EB70-MT-11.440

MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
COMANDO DE OPERAÇÕES TERRESTRES

MANUAL TÉCNICO

ATIVIDADES ESPECIAIS DE MERGULHO

1ª Edição
2025

EB70-MT-11.440

MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
COMANDO DE OPERAÇÕES TERRESTRES

MANUAL TÉCNICO

ATIVIDADES ESPECIAIS DE MERGULHO

1ª Edição
2025

PORTARIA COTER/C Ex Nº 519, DE 03 DE ABRIL DE 2025

EB: 64322.003426/2025-21

Aprova o Manual Técnico EB70-MT-11.440 – Atividades Especiais de Mergulho, 1ª Edição, 2025.

O **COMANDANTE DE OPERAÇÕES TERRESTRES**, no uso da atribuição que lhe conferem os incisos II e XI do artigo 10 do Regulamento do Comando de Operações Terrestres (EB10-R-06.001), aprovado pela Portaria do Comandante do Exército nº 914, de 24 de junho de 2019, e de acordo com o que estabelecem os artigos 5º, 12 e 44 das Instruções Gerais para as Publicações Padronizadas do Exército (EB10-IG-01.002), aprovadas pela Portaria do Comandante do Exército nº 770, de 7 de dezembro de 2011, e alteradas pela Portaria do Comandante do Exército nº 1.266, de 11 de dezembro de 2013, resolve:

Art. 1º Fica aprovado o Manual Técnico EB70-MT-11.440 – Atividades Especiais de Mergulho, 1ª Edição, 2025, que com esta baixa.

Art. 2º Fica revogado o Caderno de Instrução de Atividades Especiais de Mergulho (EB70-CI-11.418), Edição Experimental, 2018, aprovado pela Port Nº 114 – COTER, de 11 de outubro de 2018.

Art. 3º Esta portaria entrará em vigor a partir de sua publicação.

Gen Ex ANDRÉ LUIS NOVAES MIRANDA

Comandante de Operações Terrestres

(Publicado no Boletim do Exército nº 15, de11 de abril de 2025)

FOLHA REGISTRO DE MODIFICAÇÕES (FRM)

NÚMERO DE ORDEM	ATO DE APROVAÇÃO	PÁGINAS AFETADAS	DATA

ÍNDICE DE ASSUNTOS

Pag

CAPÍTULO I - GENERALIDADES

1.1 Considerações iniciais 1-1
1.2 Finalidade do manual técnico 1-1
1.3 Definições básicas 1-2
1.4 Emprego dos mergulhadores pelas OM do Exército 1-5

CAPÍTULO II - EQUIPAMENTOS DE MERGULHO DE CIRCUITO ABERTO

2.1 Materiais para operações do mergulho autônomo 2-1
2.2 Manutenção do material de mergulho 2-5
2.3 Funcionamento e principais problemas com equipamentos 2-8

CAPÍTULO III - FÍSICA DO MERGULHO

3.1 Considerações iniciais 3-1
3.2 Componentes da atmosfera 3-1
3.3 Densidade 3-2
3.4 Temperatura 3-3
3.5 Pressão 3-3
3.6 Leis dos gases 3-5
3.7 Lei de Boyle 3-5
3.8 Lei de Charles 3-8
3.9 Equação geral dos gases 3-9
3.10 Lei de Dalton ou lei das pressões parciais 3-10
3.11 Lei de Henry 3-10
3.12 Princípio de Arquimedes (empuxo). 3-12

CAPÍTULO IV – FISIOLOGIA DO MERGULHO

4.1 Considerações iniciais 4-1
4.2 Adaptação ao ambiente aquático 4-2
4.3 A respiração pulmonar no mergulho 4-5

4.4 A respiração celular no mergulho 4-8
4.5 Alterações fisiológicas respiratórias no mergulho 4-8
4.6 A circulação sanguínea no mergulho 4-9
4.7 Alterações fisiológicas circulatórias no mergulho 4-11
4.8 Ação da pressão no aparelho auditivo 4-11
4.9 Outras alterações fisiológicas 4-12

CAPÍTULO V - ACIDENTES DE MERGULHO

5.1 Considerações iniciais 5-1
5.2 Classificação dos acidentes de mergulho 5-1
5.3 Acidentes causados pelo efeito direto da pressão 5-2
5.4 Acidentes causados pelo efeito indireto da pressão 5-12
5.5 Acidentes causados pela temperatura. 5-19

CAPÍTULO VI - PROCEDIMENTOS NA ÁGUA

6.1 Preparo do mergulhador (fora da água) 6-1
6.2 Check dos mergulhadores pelo supervisor 6-1
6.3 Entrada na água 6-2
6.4 Tipos de entrada na água 6-2
6.5 Check de superfície 6-5
6.6 Mergulhador descendo 6-5
6.7 Mergulhador no fundo 6-6
6.8 Mergulhador voltando a superfície 6-8
6.9 Chegando à superfície 6-8
6.10 Cuidados após o mergulho 6-9

CAPÍTULO VII – SEGURANÇA NO MERGULHO

7.1 Considerações iniciais 7-1
7.2 Principais causa de acidentes 7-1
7.3 Cuidados necessários 7-2
7.4 Segurança geral no mergulho 7-2
7.5 Condições de segurança específicas no mergulho 7-4

7.6 Plano de segurança e evacuação 7-10

CAPÍTULO VIII – EMERGÊNCIAS DE MERGULHO

8.1 Considerações iniciais 8-1
8.2 Auto resgate 8-1
8.3 Problema: sinais e comportamentos 8-2
8.4 Ajuda e resgate na superfície 8-3
8.5 Emergência embaixo d'água 8-13

CAPÍTULO IX - PRIMEIROS SOCORROS EM MERGULHO

9.1 Considerações iniciais 9-1
9.2 Risco de contaminação 9-2
9.3 Passo a passo dos primeiros socorros 9-2
9.4 Unidade DEA (Desfibrilador Externo Automático) 9-7
9.5 Unidade de oxigênio 9-9
9.6 Avaliação secundária 9-10
9.7 Emergências 9-11

CAPÍTULO X – PLANEJAMENTO DO MERGULHO A AR COMPRIMIDO

10.1 Considerações iniciais 10-1
10.2 Definições 10-1
10.3 Profundidade 10-3
10.4 Normas para mergulhos sucessivos 10-4
10.5 Tabelas de limites sem descompressão 10-4
10.6 Tabela para obtenção do tempo de nitrogênio residual (Tabela II - U.S. Navy)..... 10-5
10.7 Tabela padrão de descompressão a ar (Tabela V–U.S Navy) – ANEXO A 10-7
10.8 Aplicação da tabela de mergulho 10-8
10.9 Contingências 10-12
10.10 Correção de profundidade para mergulhos em altitude 10-13
10.11 Nitrogênio residual em altitude 10-15
10.12 Voo após o mergulho 10-16
10.13 Aplicação da tabela com dados de um mergulho descompressivo em altitude 10-18

10.14 Considerações finais das tabelas de mergulho 10-23
10.15 Tábua de marés 10-23
10.16 Marés 10-23
10.17 Cartas náuticas 10-27
10.18 Cartas de correntes de marés 10-27

CAPÍTULO XI – BUSCA E REFLUTUAÇÃO

11.1 Considerações iniciais 11-1
11.2 Buscas subaquáticas 11-2
11.3 Composição da equipe de busca 11-5
11.4 Regras básicas 11-5
11.5 Métodos de buscas 11-6
11.6 Considerações finais sobre uma operação de busca 11-15
11.7 Operações de reflutuação de pessoal e/ou material 11-16
11.8 Tipos de Reflutuação 11-17
11.9 Composição da equipe de reflutuação 11.17
11.10 Materiais utilizados na reflutuação 11-17
11.11 Configuração do material da equipe de reflutuação 11-18
11.12 Procedimentos de segurança durante a reflutuação 11-19
11.13 Planejamento e execução 11-20

CAPÍTULO XII - COMUNICAÇÃO NO MERGULHO

12.1 Considerações iniciais 12-1
12.2 Sinais convencionados 12-1
12.3 Comunicação por voz 12-2
12.4 Comunicação escrita 12-4

CAPÍTULO XIII - RECARGA DE CILINDROS DE AR COMPRIMIDO

13.1 Considerações iniciais 13-1
13.2 Quantidade de ar a ser conduzida no mergulho 13-2
13.3 Recarregando o cilindro 13-4
13.4 O emprego do compressor de ar 13-6

13.5 O teste hidrostático 13-7

13.6 Inspeção dos cilindros 13-8

CAPÍTULO XIV - PLANO DE EXERCÍCIOS DE MERGULHO E PLANO DE PROVAS DE MERGULHO

14.1 Plano de exercícios de mergulho (PEM) 14-1

14.2 Plano de provas de mergulho (PPM) 14-8

ANEXO A A-1

REFERÊNCIAS R-1

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1.1 As atividades subaquáticas são desenvolvidas normalmente com o emprego de mergulhadores. Estes especialistas deverão possuir perfeito conhecimento técnico, elevada resistência física e mental para suportar as exigências impostas pelo meio aquático e total habilidade para utilizar os materiais específicos nas Operações de Mergulho.

1.1.2 Todos os trabalhos que necessitem ser realizados dentro da água podem contar com o emprego de mergulhadores. A forma de emprego a ser adotada será ditada pela necessidade do comandante e imposta pela missão. Como, por exemplo, dentro da função de combate de Movimento e Manobra, é possível citar: reconhecimentos de Engenharia; abertura de trilhas subaquáticas nas margens de rios; remoção de obstáculos subaquáticos; demolições subaquáticas; remoção de demolições preparadas; pequenos reparos em estruturas submersas; corte e solda subaquáticos; desativação de artefatos explosivos; e atuação em operações de infiltração, exfiltração e de ataque em meio aquático realizado por tropas especializadas.

1.1.3 O mergulho também poderá ser empregado na Função de Combate Proteção, podendo ser exemplificados na construções de obstáculos costeiros de proteção de baixa magnitude, minados, ou não; demolições subaquáticas visando romper infraestruturas de pontes e portos; agravamento de curso d'água, visando impedir sua transposição; destruição das bases de rampas de acesso a cursos d'água; lançamento de artefatos explosivos; lançamento de obstáculos subaquáticos pré-fabricados; atuação em postos de bloqueio e controle fluvial, sabotagens; inundações etc

1.1.4 Os mergulhadores também podem ser empregados na Função de Combate Logística nos reconhecimentos de Engenharia; na inspeção e manutenção de embarcações; em reparos de instalações logísticas; em obras de infraestrutura, especialmente de canais e portos; em atividades de salvamento de material e pessoal em proveito do próprio Exército Brasileiro (EB), em apoio à Força Aérea Brasileira (FAB) ou à Marinha do Brasil (MB); em Operações de Ajuda Humanitária; e em outras missões logísticas no meio aquático.

1.2 FINALIDADE DO MANUAL TÉCNICO

1.2.1 Este Manual Técnico tem a finalidade de servir de fundamento teórico e técnico para o ensino e exercício da Atividade Especial de Mergulho (AEM), no âmbito do EB, enfatizando as técnicas básicas de mergulho autônomo de circuito aberto, a constituição das equipes de mergulhadores, os materiais necessários, as medidas seguras para a realização de Operações de Mergulho e os Planos de Exercícios de Mergulho (PEM), bem como os Planos de Provas de Mergulho (PPM).

1.3 DEFINIÇÕES BÁSICAS

1.3.1 ÁGUAS INTERIORES

– São massas de água compreendidas por baías, canais, rios, lagoas e represas, bem como toda faixa marítima abrigada por proteção natural ou artificial.

1.3.2 ACIDENTE DE MERGULHO

– É todo acidente causado ao mergulhador durante a execução de uma Atividade Especial de Mergulho.

1.3.3 ATIVIDADE ESPECIAL DE MERGULHO (AEM)

– É aquela desempenhada por militares da ativa do EB, habilitados para o cumprimento de missão militar de mergulho, podendo ser acompanhados por militares de outras forças armadas, policiais/bombeiros militares ou civis tecnicamente e legalmente habilitados para a mesma atividade.

1.3.4 AUXILIAR DE SUPERFÍCIE

– É o militar, preferencialmente mergulhador, incumbido dos trabalhos de apoio na superfície ao supervisor de mergulho.

1.3.5 CABO DE FUNDO

– É um cabo de subida ou descida, que baliza o itinerário a ser percorrido pelos mergulhadores entre o Fundo e a Superfície (e vice-versa) no local de mergulho.
– Pode conter as marcações de profundidade ou as informações sobre paradas descompressivas, bem como ter fixado em sua extensão, suprimentos alternativos de ar a fim de apoiar o processo de descompressão dos mergulhadores.

1.3.6 CABO-GUIA

– É um cabo fixo, não ligado ao mergulhador, lançado entre um ponto do itinerário do mergulho e o objetivo, de modo a balizar um caminho seguro a ser seguido pela equipe de mergulhadores.

1.3.7 LINHA DE CANGA

– É o cabo de boa resistência que permite uma fácil retirada e recolocação no braço, tem a função de ligar a dupla de mergulhadores autônomos entre si.

1.3.8 CÂMARA HIPERBÁRICA OU DE RECOMPRESSÃO/DESCOMPRESSÃO

– É um vaso de pressão especialmente projetado para a ocupação humana, no qual os ocupantes podem ser submetidos às condições hiperbáricas.

1.3.9 CONDIÇÃO HIPERBÁRICA

– É qualquer condição em que a pressão ambiente seja maior que a atmosférica, tanto na água como fora dela.

1.3.10 DESCOMPRESSÃO

– É o procedimento através do qual um mergulhador elimina do seu organismo o excesso de gases inertes absorvidos durante determinadas condições hiperbáricas, sendo tal procedimento absolutamente necessário, no seu retorno à pressão atmosférica, para a preservação da sua integridade física.

1.3.11 EQUIPE DE MERGULHO

– É um conjunto de pessoas que participam de uma operação de mergulho, devendo dela fazer parte os mergulhadores, o supervisor e todo o pessoal necessário a conduzir a operação com segurança.

1.3.12 EXERCÍCIOS DE MERGULHO

– São atividades a serem realizadas por cada mergulhador, de acordo com os índices estabelecidos em plano específico, cujo objetivo é manter a aptidão ou readaptá-lo para o desempenho da AEM.

1.3.13 LINHA DE VIDA

– É um cabo, que liga o mergulhador à superfície, geralmente utilizado em mergulhos com baixa visibilidade que permite a comunicação física, bem como a recuperação do mergulhador, se necessário.

1.3.14 LINHA-LIMITE

– É a linha convencionada para cada valor de profundidade de uma tabela de descompressão, que separa os tempos de duração do mergulho, a seguir da qual a probabilidade de ocorrência de doença de descompressão aumenta.

1.3.15 LIVRO DE REGISTRO DE MERGULHO (LRM)

– É o documento que registra as operações de mergulho realizadas.

1.3.16 MERGULHADOR DE SEGURANÇA

– É o mergulhador que permanecerá na superfície, preparado para mergulhar em caso de emergência com os mergulhadores submersos.

1.3.17 MERGULHO AUTÔNOMO

– É a modalidade mergulho na qual o mergulhador conduz a sua própria fonte respiratória.

1.3.18 MERGULHO AUTÔNOMO DE CIRCUITO ABERTO

– É todo aquele em que o gás necessário para o mergulho é levado pelo mergulhador em cilindros de alta pressão, sendo exalado para o meio ambiente após cada respiração.

1.3.19 MERGULHO AUTÔNOMO DE CIRCUITO FECHADO

– É aquele em que o gás expelido pela respiração do mergulhador não é lançado no meio aquático, sendo reciclado e aproveitado pelo mergulhador, permanecendo assim dentro do aparelho de mergulho.
– Esta forma de mergulho não está incluída nos objetivos deste Manual Técnico.

1.3.20 MERGULHO DEPENDENTE

– É a modalidade em que o suprimento de mistura respiratória é fornecido diretamente da superfície por meio de mangueiras, tendo como fonte o uso de compressores ou cilindros de armazenamento de alta pressão instalados na superfície.
– Esta forma de mergulho, também, não está incluída nos objetivos deste Manual Técnico.

1.3.21 MERGULHO SUCESSIVO

– É a modalidade de mergulho que ocorre quando, após o término de uma imersão simples, o mergulhador retorna a mergulhar dentro de um período superior a 10 minutos e inferior a 12 horas.

1.3.22 MISSÃO MILITAR DE MERGULHO

– É todo e qualquer mergulho realizado em atividades militares.

1.3.23 MISTURA RESPIRATÓRIA

– É aquela composta por oxigênio e outros gases, apropriada à respiração durante os trabalhos submersos, podendo ser natural ou artificial.

1.3.24 OPERAÇÃO DE MERGULHO

– É a atividade que envolve trabalhos submersos com emprego de mergulhadores e que se estende desde os procedimentos iniciais de preparação até o final do período de observação do mergulhador.

1.3.25 ORGANIZAÇÃO MILITAR ESPECÍFICA DE MERGULHO (OMEM)

– É a organização militar que dispõe de pessoal e materiais especializados para a realização da AEM.

1.3.26 PERÍODO DE OBSERVAÇÃO DO MERGULHADOR

– É aquele que se inicia no momento em que o mergulhador deixa de estar submetido à condição hiperbárica e estende-se enquanto o mergulhador permanecer com

quantidade residual de gases inertes em seu organismo.
– Estende-se até 12 horas para mergulhos a ar comprimido e até 24 horas para mergulhos com mistura respiratória artificial.

1.3.27 PROVAS DE MERGULHO

– São as atividades a serem realizadas por cada mergulhador, com o objetivo de manter sua aptidão para o exercício da AEM e para o cumprimento de missões militares, por um período determinado.

1.3.28 PRESSÃO ABSOLUTA

– É a pressão do meio que envolve o mergulhador, seja dentro ou fora da água.

1.3.29 READAPTAÇÃO

– É a condição na qual o mergulhador de encontra após passar mais do que 120 dias sem realizar, no mínimo, 2 horas de mergulho.

1.3.30 SUPERVISOR DE MERGULHO

– É o mergulhador, qualificado e legalmente habilitado, designado pela autoridade competente para supervisionar a operação de mergulho.

1.3.31 TRABALHO SUBMERSO

– É qualquer trabalho realizado, ou conduzido por um mergulhador, ou equipe de mergulho, munido(s) de equipamento especial, em meio líquido.

1.3.32 PLATAFORMA DE MERGULHO

– É um navio, embarcação, balsa, estrutura fixa ou flutuante, estaleiro, cais ou qualquer local a partir do qual se realiza o mergulho.

1.3.33 REGRAS DE SEGURANÇA

– São os procedimentos básicos que devem ser observados nas operações de mergulho, de forma a garantir a execução em perfeita segurança e a integridade física dos mergulhadores autônomos.

1.4 EMPREGO DOS MERGULHADORES PELAS ORGANIZAÇÕES MILITARES DO EXÉRCITO

1.4.1 Os mergulhadores do EB deverão, preferencialmente, realizar a AEM em águas interiores, deixando operações de mergulho em mar aberto para as equipes da Marinha do Brasil.

1.4.2 Quando não empregada em missões militares, a AEM seguirá o previsto neste manual técnico, de acordo com os planos de provas e exercícios das OMEM.

1.4.3 Os mergulhadores do EB podem utilizar as modalidades de Mergulho Autônomo, de acordo com o seu grau de especialização e as necessidades impostas pelas missões.

1.4.4 Quando for utilizada a modalidade de Mergulho Autônomo com ar atmosférico comprimido em operações de mergulho, a profundidade máxima atingida não deverá ultrapassar os 40 metros e a velocidade da correnteza do curso d'água terá de ser inferior a 0,5 m/s.

1.4.5 Antes da realização do mergulho a profundidade poderá ser comprovada por dois procedimentos: um de forma digital, por meio da utilização de sonares e outro de forma física, valendo-se da utilização de um profundímetro, uma poita e um cabo de fundo.

1.4.6 Os dados obtidos de mapas, cartas náuticas ou outros suportes topográficos serão tomados somente como referência.

1.4.7 Considera-se proibitiva toda imersão com velocidade de corrente, desfavorável ao percurso de mergulho, que exceda 0,5 m/s, para mergulhadores com equipamento autônomo e sem ancoragem; e 0,75 m/s para mergulhadores autônomos providos de algum dispositivo de ligação com a superfície.

1.4.8 Deve-se levar bastante em conta a temperatura da água para o mergulho, já que as baixas temperaturas, associadas a tempos de fundo prolongados, têm uma grande influência no cálculo das imersões.

1.4.9 Para a atuação em águas com temperatura inferior a 10ºC, bem como em água contaminadas por agentes químicos ou bacteriológicos, é preciso possui habilitação para utilizar trajes secos. Esses tipos de mergulho exigem qualificação específica e não são objetivos deste manual técnico.

1.4.10 CONSTITUIÇÃO DAS EQUIPES MÍNIMAS DE MERGULHO

1.4.10.1 O mergulhador mais antigo da equipe desempenhará a função de supervisor de mergulho, desde que tenha exercido a AEM por pelo menos um ano ininterrupto, dentro dos padrões exigidos pelo plano de provas e/ou de exercícios vigente.

1.4.10.2 Caso isso não ocorra, a função de supervisor de mergulho será assumida por aquele que tiver mais experiência na AEM, traduzida pela quantidade de horas de mergulho registradas em documentos oficiais.

1.4.10.3 Com o intuito de manter o adestramento de todos os mergulhadores da OM, o supervisor de mergulho também executará as provas e/ou os exercícios de mergulho previstos, trocando de função com o mergulhador mais experiente.

1.4.10.4 Na constituição das equipes para as missões de mergulho, convém que haja a presença de uma equipe de apoio, que será composta por elementos peritos na condução de embarcações, em atendimento pré-hospitalar e outras, conforme as especificidades da missão.

1.4.10.5 Sempre deverá haver uma câmera hiperbárica em condições de ser empregada no caso de algum acidente de mergulho. Nos mergulhos até 40 metros e planejados para

serem executados sem paradas descompressivas, a câmera hiperbárica poderá estar apenas alertada sobre execução da atividade.

1.4.10.6 Em mergulhos acima de 40 metros e/ou descompressivos, a câmera hiperbárica deverá estar ativada e com a presença do médico hiperbárico para a realização dos procedimentos de salvamento no caso de acidentes.

1.4.10.7 As equipes de mergulho deverão ser constituídas de acordo com a descrição a seguir:

1.4.10.7.1 A equipe mínima para mergulho autônomo em águas interiores, até 40 metros, sem descompressão, é composta de pelo menos cinco militares:

a) um supervisor de mergulho;
b) dois mergulhadores para a execução do trabalho; e
c) dois mergulhadores de segurança.

1.4.10.7.2 Em trabalhos submersos com visibilidade nula, uma dupla de mergulhadores poderá atuar com apenas um mergulhador submerso executando o trabalho e um mergulhador na superfície, dentro da água, em condições de auxiliar o companheiro que se encontra submerso.

1.4.10.7.3 O supervisor de mergulho estará, preferencialmente, em contato com o mergulhador submerso através de fonia e utilizando-se de linha de vida.

1.4.10.7.4 Nas condições de visibilidade nula, faz-se necessário que haja uma ligação entre os mergulhadores (linha de canga) e uma ligação dos mergulhadores com a superfície (linha de vida).

1.4.10.7.5 Caso não se alcance o efetivo mínimo de mergulhadores na OM para a realização da AEM, poderá haver apoio das outras OM Especializadas de Mergulho (OMEM), Forças Armadas e/ou Forças Auxiliares, solicitado por meio do canal competente.

1.4.10.7.6 Excepcionalmente, após a total impossibilidade de constituir uma equipe mínima de mergulho, conforme mencionado nesta seção, poderão ser realizadas atividades de readaptação e/ou adestramento com a quantidade mínima de dois mergulhadores. Nestas atividades, a profundidade e a correnteza não poderão exceder 10 metros e 0,5 m/s, respectivamente. Em tal situação, o Cmt de uma OMEM deverá designar um oficial para supervisionar os trabalhos.

CAPÍTULO II

EQUIPAMENTOS DE MERGULHO DE CIRCUITO ABERTO

2.1 MATERIAIS PARA OPERAÇÕES DE MERGULHO AUTÔNOMO

2.1.1 São materiais obrigatórios para a realização de operações de mergulho, utilizando-se da modalidade de Mergulho Autônomo: Tabela 2.1.

Cilindro de ar: fabricados e testados hidrostaticamente a cada cinco anos, de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) – Tabela A da Norma Brasileira (NBR) 12274.	
Colete equilibrador: ajusta o cilindro, as mangueiras e as válvulas ao corpo do mergulhador além de permitir o controle da flutuabilidade durante o mergulho.	
Console com profundímetro e manômetro: apresentam a profundidade atual do mergulhador e a pressão do ar dentro do cilindro.	
Faca de mergulho: essencial para a segurança do mergulhador, permitindo que este se liberte em caso de enrosco.	
Máscara de mergulho: permite que haja um espaço de ar entre os olhos e a água, melhorando a visão e o conforto do mergulhador.	

Tab. 2.1 - Equipamento obrigatório para o mergulho

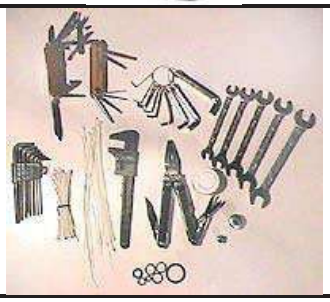
Cinto de lastros com fivela de soltura rápida: aumenta o peso total do equipamento do mergulhador, permitindo que este controle a flutuabilidade com mais facilidade.	
Válvulas reguladoras de 1º e 2º estágios: reduzem a pressão do ar do cilindro, até uma pressão adequada para a respiração e liberando o ar por demanda de acordo com a necessidade do mergulhador.	
Computador de mergulho: permite que o mergulhador controle o tempo do mergulho.	
Nadadeiras de mergulho: facilitam o deslocamento do mergulhador dentro da água.	

Tab. 2.1 - Equipamento obrigatório para o mergulho (continuação)

2.1.2 Existem outros materiais úteis para a atividade de mergulho, mas que não são de uso obrigatório: seu emprego pode facilitar a execução da tarefa específica que se realiza em um determinado mergulho ou melhorar o conforto e a segurança do mergulhador (Tab. 2.2).

Máscara tipo full face: cobre todo o rosto do mergulhador, permitindo que se instale equipamentos de comunicação e permite maior conforto na respiração.	

Tab. 2.1 – Acessórios de operações de mergulho

Botas de neoprene: além de proteção térmica, aumentam a segurança facilitando o deslocamento antes do mergulhador calçar a nadadeira. Alguns tipos de nadadeiras são projetadas para utilização com botas.	
Meias de neoprene: análogo às botas de neoprene, mas são feitas com material mais fino, permitindo seu uso com nadadeiras comuns.	
Luvas de neoprene: para proteção das mãos de contato físico com superfícies cortantes e do frio.	
Capuz de neoprene: para proteção da cabeça de contato físico com superfícies cortantes e do frio.	
Ferramentas: úteis para a atividade específica do mergulho e da manutenção dos equipamentos.	
Cordas de nylon e cabos de aço diversos: para trabalhos de balizamento de área de busca, sinalização de material e resgate de material submerso.	
Sacos elevadores tipo lifting bag, para resgate: suportam alta força de empuxo quando inflados.	

Tab. 2.1 – Acessórios de operações de mergulho (continuação)

Lanternas subaquáticas: iluminação de obstáculos e materiais no fundo.	
Poitas ou âncoras: fixar embarcação no local ou servir de referência para a localização em trabalhos de fundo.	
Snorkel: facilita a respiração na superfície sem a necessidade de utilizar a reserva de ar.	
Bandeira de mergulho padrão internacional: sinalização da embarcação que conduz mergulhadores e do local onde se está realizando mergulho a fim de melhorar a segurança.	
Roupa de neoprene: oferece proteção física e térmica ao mergulhador.	
Bússola de mergulho: permite o deslocamento orientado do mergulhador no fundo.	
Computador de mergulho: permite que o mergulhador verifique constantemente a profundidade, velocidade de subida, entre outras informações importantes.	

Tab. 2.1 – Acessórios de operações de mergulho (continuação)

2.2 MANUTENÇÃO DO MATERIAL DE MERGULHO

2.2.1 GENERALIDADES

2.2.1.1 Cada mergulhador é o responsável por verificar a manutenção de 1º escalão dos equipamentos de mergulho que deverá ser executada pelo encarregado de material de mergulho ou equipe de manutenção capacitada e designada de cada OMEM, de acordo com o plano de manutenção e pelos mergulhadores, logo após a realização de cada mergulho, a fim de evitar danos maiores ao equipamento, bem como a ocorrência de acidentes por falhas do material.

2.2.1.2 Algumas recomendações básicas são bastante eficazes, principalmente no que tange à manutenção preventiva. Seguem as principais orientações em relação à manutenção do material de mergulho.

2.2.2 ORIENTAÇÕES EM RELAÇÃO À MANUTENÇÃO DO MATERIAL DE MERGULHO

2.2.2.1 Máscara:

2.2.2.1.1 As novas possuem uma película protetora nas lentes que, se não retirada, fazem com que a máscara embace.

2.2.2.1.2 É importante lavá-las com detergente neutro, não abrasivo, antes de usar.

2.2.2.1.3 Após a utilização, devem-se lavar as máscaras com água doce e deixá-las secando à sombra. Tanto o transporte quanto o armazenamento do material de mergulho deverão ser realizados dentro de recipientes adequados a fim de evitar deformações.

2.2.2.2 *Snorkel*:

2.2.2.2.1 Deverá ser lavado com sabão neutro não abrasivo em água corrente. Deverá secar à sombra e nunca ser exposto ao sol, exceto quando estiver sendo utilizado.

2.2.2.2.2 Nenhum objeto de borracha deverá encostar em suas partes de silicone, pois ele absorverá o pigmento e escurecerá.

2.2.2.3 Nadadeiras:

2.2.2.3.1 Devem ser guardadas em posição horizontal ou penduradas a fim de evitar deformações, não podendo uma nadadeira ser armazenada sobre outras.

- Se a única alternativa for guardá-las empilhadas, devem-se utilizar os protetores internos, que vêm de fábrica, pois eles protegerão o material.

2.2.2.3.2 As nadadeiras deverão ser lavadas com água doce corrente e sabão neutro não abrasivo e deverão secar à sombra.

2.2.2.3.3 O conjunto máscara, nadadeiras e snorkel devem ser armazenados em local arejado para evitar a formação de fungos que aparecem sob a forma de pontos pretos,

espalhando-se pelo silicone e deixando o material sem condições de uso.

- Caso isso ocorra, o material deverá ser colocado de molho em água clorada por 30 minutos e, após isso, deverá ser lavado com sabão ou detergente neutro em água corrente. Em caso de armazenamento por longos períodos, deverá ser borrifado spray de silicone.

2.2.2.4 Cinto de lastros:

2.2.2.4.1 Deve ser lavado com água doce corrente para evitar o ressecamento da fita e a formação de cristais de sal entre ela e os lastros.

2.2.2.4.2 As pontas do cinto que estiverem desfiando deverão ser cortadas e queimadas. Os lastros devem ficar longe dos demais materiais de mergulho para fins de armazenamento e transporte. O material deverá secar à sombra.

2.2.2.5 Roupa e acessórios de neoprene:

2.2.2.5.1 Terminados os dias sucessivos de mergulho, a roupa e os acessórios de neoprene deverão ser lavados apenas com água doce corrente.

- O material poderá ser colocado de molho na água, desde que esteja sem qualquer produto químico, por no máximo 24 horas, para eliminar o máximo possível de sal.
- Todo o material de neoprene deverá secar à sombra.

2.2.2.5.2 É importante secá-los em cabides, fazendo com que seque primeiramente o lado interno e depois a parte externa.

- Caso a roupa tenha duas peças, deverão ser penduradas em cabides separados para secar.
- Após a secagem, o zíper deve ser lubrificado com *spray* de silicone, a fim de evitar que ocorra o seu travamento por causa da formação de zinabre ou cristais de sal.

2.2.2.5.3 Jamais a roupa deverá ser dobrada para armazenamento, para que não se formem vincos ou rugas no neoprene. Tais vincos ou rugas acabam virando rachaduras com o tempo, reduzindo a vida útil da roupa.

2.2.2.5.4 O ideal é que ela seja colocada em um cabide e pendurada em local arejado. O material de neoprene só poderá ser guardado quando estiver completamente seco.

2.2.2.6 Colete equilibrador (CE):

2.2.2.6.1 O mergulhador nunca deverá entrar na água com o CE totalmente inflado, pois isso pode danificar as válvulas de exaustão e as soldas. Para encaixar a mangueira de inflagem, que está acoplada ao regulador, no pino do *power* do CE o mergulhador deverá certificar-se de que o registro do cilindro está fechado.

2.2.2.6.2 Após o mergulho, o colete deverá ser enchido aproximadamente com 20% de água doce, pela saída de ar da traqueia, acionando o botão de desinflar do *power* do colete equilibrador e injetando a água.

2.2.2.6.3 Após a colocação da água, o mergulhador deverá inflá-lo com a boca e sacudir o colete para que a água doce limpa se misture com a água salgada. Em seguida, deverá ser retirada a água direcionando-a para que saia pela válvula de exaustão do *power*.

- Por fim, todo o colete deverá ser enxaguado com água doce. Nunca deverá ser utilizado produto químico na lavagem do colete.

2.2.2.6.4 Os componentes de borracha do colete deverão ser lubrificados com *spray* de silicone. O CE deverá secar à sombra e ser armazenado em cabides específicos para material de mergulho.

2.2.2.6.5 Deverão ser armazenados semi-inflados, evitando o risco de colabarem (quando o CE por estar vazio acaba colando as paredes interiores, vindo a danificar o material).

2.2.2.7 Válvulas reguladoras:

2.2.2.7.1 Após o uso, a válvula reguladora de 1º estágio deverá ser vedada com a capuchana, também conhecida como “chapéu de bruxa”, a fim de evitar infiltração de água no 1º estágio. Deverá ser lavada com água doce e secada com o ar restante do cilindro.

2.2.2.7.2 Para secar com o ar do cilindro, o mergulhador deverá encostar a válvula reguladora de 1º estágio à distância de aproximadamente 5 centímetros da saída de ar do cilindro e abri-lo suavemente, com o intuito de evitar que o ar saia com muita força e danifique o 1º estágio.

2.2.2.7.3 Durante a lavagem do regulador do 2º estágio, não deverá ser pressionado o botão de purga para evitar a infiltração de água na válvula de demanda de ar.

- O 1º estágio deverá ser previamente seco à sombra antes de ser guardado e deverá ser armazenado em um local protegido de temperaturas elevadas.

2.2.2.7.4 O *O-ring* (anel de borracha) da válvula reguladora de 1º estágio necessita de lubrificação após o mergulho. Esta lubrificação é feita, em média, bimestralmente com *spray* de silicone. Não se deve utilizar óleo comum para esta tarefa uma vez que pode contaminar o ar que será inalado pelo mergulhador.

2.2.2.7.5 É conveniente que todas as mangueiras a serem conectadas no 1º estágio possuam protetores de Policloreto de Polivinila (PVC) na base, isso evita que elas rachem prematuramente. As bases das mangueiras, que ficam em contato com o 1º estágio, deverão ser lubrificadas com *spray* de silicone para que mantenham sua vida útil.

2.2.2.8 Console de mergulho:

2.2.2.8.1 É uma boa prática colocar películas de proteção, nos visores do profundímetro, da bússola e do manômetro. Isso evita riscos no console.

2.2.2.8.2 Após o uso, deverá ser lavado com água doce e armazenado em lugar seco.

2.2.2.9 Lanternas de mergulho:

2.2.2.9.1 Deverá ser verificado frequentemente se os anéis de borracha de vedação da lanterna estão lubrificados com *spray* de silicone. Deverão ser evitadas quedas do material.

2.2.2.9.2 A lanterna deverá ser completamente vedada, apertando-se todas as roscas de vedação, para a utilização em meio aquático.
2.2.2.9.3 Após a utilização, deverá ser lavada com água doce corrente e deverá secar à sombra.

- A lanterna de mergulho não deve ser usada como lanterna normal, pois por não estar sendo resfriada pela água **algumas poderão superaquecer**.
- A lanterna deverá ser armazenada sem pilhas.

2.2.2.10 Cilindro de ar comprimido:

2.2.2.10.1 Deve ser lavado, externamente, com água doce corrente, seco e guardado à sombra. Os cilindros e as torneiras de ar comprimido possuem condições especiais de manutenção e estocagem. A torneira para abrir a passagem de ar do cilindro deve operar fácil e suavemente.

2.2.2.10.2 Caso haja dificuldade para operá-la, o cilindro deverá ser enviado para uma assistência técnica especializada. Os cilindros não devem ser guardados vazios, pois isso facilitaria a entrada de umidade no recipiente metálico.

2.2.2.10.3 Se o cilindro for guardado por um período maior que seis meses, deverá ser recarregado novamente, pois o ar pode ter um gosto metálico.

2.3 FUNCIONAMENTO E PRINCIPAIS PROBLEMAS COM EQUIPAMENTOS

2.3.1 GENERALIDADES

2.3.1.1 O conhecimento e a familiaridade com os equipamentos de mergulho permitem que o mergulhador não só conheça os problemas, como também entenda as possíveis causas em nível de operação.

2.3.1.2 Para compreender como o equipamento de mergulho autônomo funciona, considera-se um equipamento padrão composto por: cilindro, regulador com manômetro, Octopus (válvula reserva), traqueia de baixa pressão e um CE com inflador de baixa pressão, tudo compondo uma única peça.

2.3.2 CILINDROS

2.3.2.1 Um cilindro de mergulho nada mais é do que um cilindro de alumínio ou aço com capacidade de conter gás comprimido entre 150 bar/2.250 psi e 280 bar/4.200 psi.

2.3.2.2 Os cilindros possuem informações que são gravadas tipicamente ao redor da ogiva e que identificam o tipo de material que são feitos, pressão de trabalho, os usos

para os quais são aprovados, as datas de testes, dentre outros dados.

2.3.2.3 As informações contidas nas marcações variam internacionalmente, logo os mergulhadores precisam estar familiarizados com as marcações gerais que são requeridas no local onde será realizado o mergulho.

- Dentre elas, os mergulhadores precisam identificar, principalmente, a pressão de trabalho e a data do último teste hidrostático realizado. Os testes devem ser realizados por empresa certificada a cada 5 anos ou conforme orientação do fabricante.

2.3.2.4 As datas de testes hidrostáticos tendem a ser parecidas e constam do mês e do ano, devidamente separados por alguma identificação da empresa que testou o cilindro (um sinal, as iniciais da empresa ou qualquer outro tipo de identificação).

2.3.2.5 O primeiro teste hidrostático é feito quando o cilindro é fabricado e as datas subsequentes são marcadas em outros lugares onde haja espaço na ogiva do cilindro.

Fig 2.1 – Exemplo de inscrições no cilindro

2.3.2.6 Os problemas mais graves envolvendo cilindros são os resíduos. Geralmente, desenvolvem-se acidentalmente, quando o mergulhador introduz no cilindro ar úmido ou água, provocando uma corrosão interna.

2.3.2.7 Caso o cilindro seja esvaziado rapidamente, devido ao processo de condensação é possível deixar umidade no seu interior, bem como quando armazenado completamente sem gás. É importante manter pelo menos 7 bar/100 psi no cilindro quando armazenado.

2.3.2.8 Em um pequeno intervalo de tempo, a corrosão pode gerar resíduos sólidos que podem entupir a torneira ou o regulador. A longo prazo, essa corrosão pode acabar

enfraquecendo o cilindro.

2.3.2.9 Inspeções visuais anuais ajudam a prevenir esse tipo de problema, porém se escutar sons no interior do cilindro durante sua utilização ou suspeitar da existência de umidade no interior do cilindro realize uma inspeção visual imediata.

2.3.2.10 A possibilidade de recarga com ar contaminado é pequena, mas existe, e o mergulhador deve ficar atento quanto a isso.
- Caso o ar tenha um odor ruim ou sabor estranho, ele não deve ser utilizado. Com a utilização de um lenço branco é possível verificar se o ar está contaminado ou não no momento em que a torneira for aberta, colocando o lenço junto à saída de ar da torneira do cilindro.

2.3.2.11 A maioria dos problemas de emprego dos cilindros surge quando o mergulhador não o prende adequadamente no CE. O cilindro pode escorregar ou ficar alto demais e bater na cabeça do mergulhador.

2.3.3 TORNEIRAS DO CILINDRO

2.3.3.1 A torneira possibilita controlar o fluxo de ar que entra (durante a recarga) e que passa pelo regulador por ocasião do uso. A torneira mais comum no mercado é a torneira ‘’K’’ que funciona como uma torneira simples do tipo abre e fecha (Figura 2.2).

Fig 2.2 - Torneiras tipo “K”

2.3.3.2 A torneira, dependendo do país de fabricação, pode possuir um selo de segurança com uma abertura que permite que o ar saia se a pressão aumentar demais, evitando assim uma ruptura do cilindro em caso de exposição acidental ao calor intenso e/ou seja ultrapassada a pressão de trabalho.

2.3.3.3 Existem também dois tipos de conexões entre a torneira e o regulador de 1º estágio.

2.3.3.3.1 O primeiro tipo é a conexão sistema *Yoke,* mais antigo e tradicional, que é a mais empregada em mergulhos de até 40 metros. Neste sistema a entrada do 1º estágio é apenas encaixada à saída da torneira.
2.3.3.3.2 O segundo tipo de conexão é o sistema *Deutsche Industrie Norm* (DIN), neste

a entrado do regulador de 1º estágio é fixado à torneira por intermédio de rosca.

2.3.3.3.3 O sistema DIN é considerado mais confiável do que o sistema *Yoke* e tem sido largamente utilizado nos mergulhos técnicos em todo mundo.

Fig 2.3 - Torneiras tipo Yoke e DIN

2.3.3.3.4 O *O-ring* gasto é o problema mais comum encontrado nas torneiras. Um vazamento pequeno durante o mergulho não é uma preocupação. Contudo, o *O-ring* deve ser substituído assim que possível.

2.3.3.3.5 Em caso de grandes vazamentos, o cancelamento do mergulho deve ser imediato.

2.3.3.3.6 Grandes vazamentos podem acontecer por causa do desgaste do material, e também quando o *O-ring* se desloca do seu lugar e o regulador não se encaixa de maneira adequada.

2.3.3.3.7 Para evitar maiores vazamentos, os *O-ring* devem ser substituídos regularmente, garantindo que se encaixem adequadamente quando for realizada a preparação do equipamento.

2.3.4 REGULADORES

2.3.4.1 A função de um regulador de mergulho é reduzir a pressão do ar de dentro cilindro até a pressão ambiente para que seja respirado, fazendo que isso só aconteça nos momentos de demanda de ar.

2.3.4.2 Eles são divididos em primeiro e segundo estágios (Fig 2.4).

2.3.4.2.1 Ao inalar, a pressão da água faz com que um diafragma no 2º estágio se movimente para dentro.

2.3.4.2.2 Esse diafragma pressiona uma válvula que abre a favor do fluxo do ar, liberando-o. O ar flui através da mangueira de baixa pressão, desde o regulador de 1º estágio até o regulador de 2º estágio e continua fluindo enquanto o mergulhador inala.

Fig 2.4 - Regulador de primeiro e segundo estágio

2.3.4.2.3 Ao parar de inalar, a pressão se acumula no sistema e o diafragma retorna à posição inicial de repouso. A válvula se fecha e o ar para de fluir. Ao exalar, o ar escapa pelas válvulas de exaustão unidirecionais (Fig 2.5).

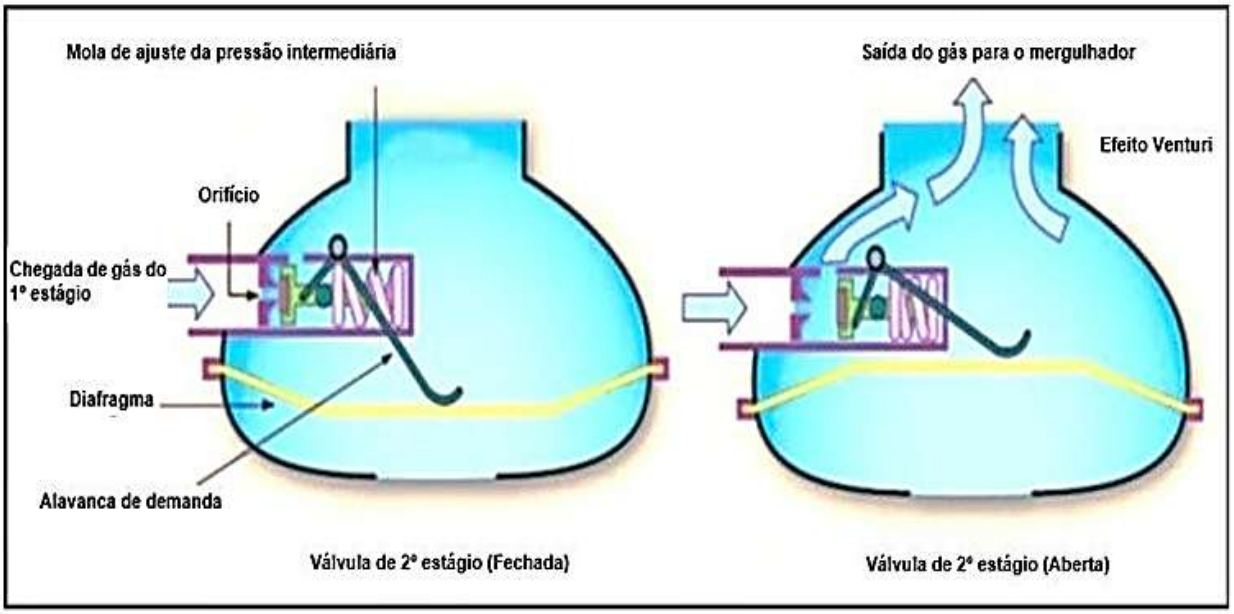


Fig 2.5 - Funcionamento do regulador de 2º estágio

2.3.4.3 Os reguladores de 1º estágio fornecem ar ao 2º estágio numa pressão intermediária aproximadamente entre 10-13 bar / 140-190 psi, acima da pressão ambiente.

2.3.4.4 Basicamente, existem dois tipos de 1º estágio, os de diafragma e os de pistão, que exercem a mesma função.

2.3.4.4.1 Em um regulador de 1º estágio tipo pistão, funciona com o pistão movendo-se na direção da câmara de pressão intermediária, abrindo a torneira e permitindo que o ar saia do cilindro.

2.3.4.4.2 O regulador de 1º estágio com diafragma, funciona com a flexão do diafragma na direção da câmara de pressão intermediária de pressão, empurrando o assento e permitindo que o ar saia da torneira passe pelo orifício e siga para o 2º estágio.

- Ao parar de inspirar, ou inflar o CE, o ar do cilindro se acumula e ocasionando o aumento de pressão até que o pistão/diafragma volte para a sua posição normal, ou seja, fechada.
- A maioria dos reguladores trabalha com uma pressão intermediária de aproximadamente 10 bar / 150 psi.

2.3.4.4.3 Praticamente todos os primeiros estágios são de modelos balanceados, ou seja, eles são projetados para cancelar o efeito da pressão do cilindro sobre a válvula, o que auxilia no desempenho, pois permite que o regulador tenha orifícios mais largos para um maior fluxo de ar. Essa característica também mantém a respiração relativamente constante à medida que a pressão do cilindro vai diminuindo.

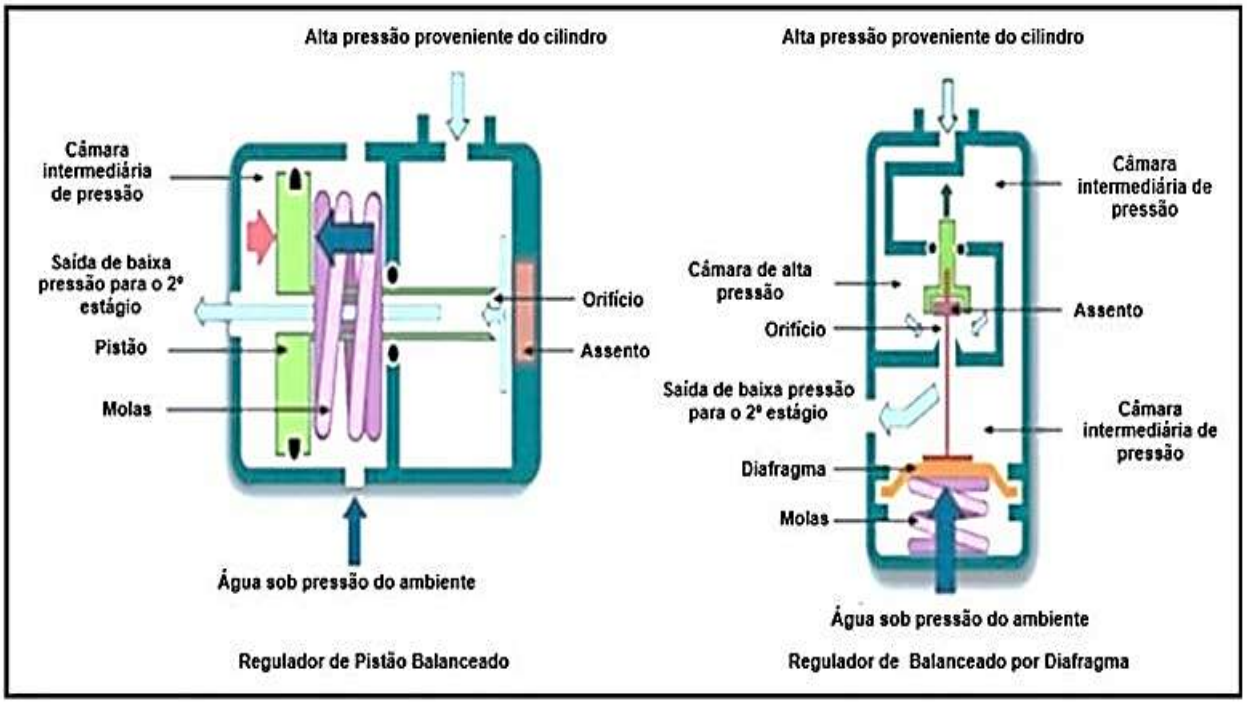


Fig 2.6 - Funcionamento do regulador de 1º estágio

2.3.4.5 Problemas

2.3.4.5.1 A maioria dos problemas de funcionamento dos reguladores estão relacionados à falta de cuidado na conservação e manutenção constante do material.

2.3.4.5.2 No período entre as manutenções, sais e minerais, bem como outros detritos, podem se acumular nas peças do regulador, criando uma resistência à respiração ou fazendo com que as válvulas apresentem vazamentos.

2.3.4.5.3 Geralmente, os fabricantes especificam que os reguladores devem ser revisados a cada dois anos, porém se o uso for severo, em ambientes inóspitos, se faz necessário a revisão anual.

2.3.4.6 Entre os problemas mais comuns estão:

2.3.4.6.1 Vazamentos insistentes:

- O regulador pode apresentar um leve e insistente débito contínuo proveniente do segundo estágio primário ou *Octopus*.
- Normalmente, um pequeno ajuste no segundo estágio ajustável pode resolver, ou pode ser necessário que o regulador seja enviado para a revisão.
- Enxaguar e purgar o segundo estágio pode resolver também o vazamento, mas pode ser que o problema esteja no primeiro estágio.
- Caso persista, precisa de manutenção nas válvulas.

2.3.4.6.2 Respiração com presença de água:

- O mergulhador pode acabar inalando ar junto com um pouco de água se a válvula de exaustão do segundo estágio não estiver vedando completamente, se houver um pequeno rasgo no bocal ou se os mordedores do bocal estiverem ausentes.
- Devem-se verificar as válvulas de exaustão para saber se estão assentadas corretamente, checar o bocal e os mordedores e, se for o caso, substitui-los na primeira oportunidade.

2.3.4.6.3 Resistência excessiva à respiração:

- Quando um regulador oferece uma respiração ‘’pesada’’ ou que exige um maior esforço, ele está desajustado.
- Caso o ajuste do próprio segundo estágio ajustável não esteja resolvendo, deve ser realizada manutenção.

2.3.4.6.4 Mordedores ausentes:

- O mergulhador pode morder o bocal com tanta força a ponto de cortar os mordedores.
- A ausência desses mordedores torna difícil manter o regulador e pode causar brechas momentâneas, deixando a água entrar.
- Nesse caso a substituição deve ser imediata.

2.3.4.6.5 Bocal frouxo:

- Ainda que raro uma falha ou falta de abraçadeira que segura o bocal pode fazer com que ele se desencaixe do segundo estágio.
- Este item deve ser checado por ocasião da inspeção e montagem do equipamento.

2.3.5 MANÔMETRO

2.3.5.1 Os manômetros evoluíram bastante nos últimos anos, uma prova disso é que é possível hoje encontrar mergulhadores usando manômetros mecânicos convencionais, interligados aos computadores e até mesmo sem mangueira.

2.3.5.2 A mangueira do manômetro leva o ar em alta pressão diretamente do cilindro para o instrumento. Em um modelo convencional, o ar entra em um tubo de metal flexível em espiral, na forma de um ‘’C’’ ou em formato similar chamado de tubo de *Bourdon*. A

pressão age endireitando o tubo, semelhante ao que acontece com as “línguas de sogra” que desenrolam quando se assopra.

2.3.5.3 O tubo se flexiona, girando o medidor da agulha como consequência. Logo, quanto maior a pressão, mais o tubo se flexiona, mostrando assim uma leitura maior no manômetro.

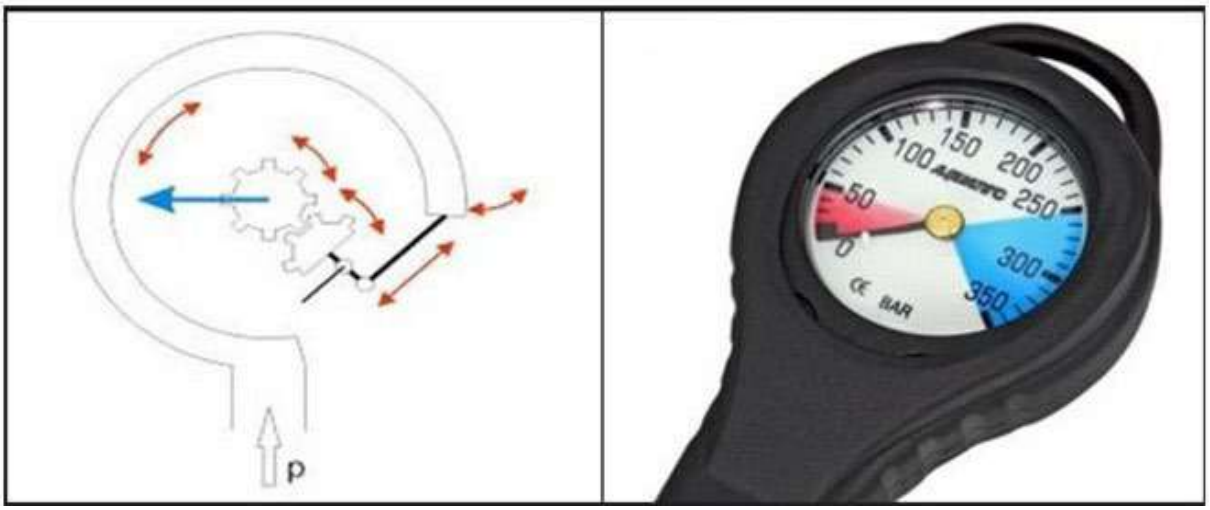


Fig 2.7 – Manômetro

2.3.5.4 A maioria dos manômetros eletrônicos recentes faz parte de um computador integrado. Esses computadores, além de lerem a pressão do cilindro, também calculam o consumo de ar, o tempo de ar restante em uma determinada profundidade e o limite não descompressivo.

2.3.5.5 Os manômetros acoplados a um computador possuem alta precisão e são convenientes, porém se o computador falhar, não será possível ter informações sobre o suprimento de ar.

2.3.5.6 Os problemas mais comuns com os manômetros são ocasionados por deixar o instrumento solto ao invés de prendê-lo. O mergulhador pode ter problemas durante a sua entrada na água, dependendo do tipo, resultando em enrosco e até mesmo na quebra do aparelho.

2.3.5.7 Debaixo d’água os manômetros soltos podem bater no fundo ou em outros obstáculos, podendo ocasionar uma falha prematura na mangueira, perda de precisão ou enrosco.

2.3.5.8 A maioria das falhas dos manômetros envolvem a mangueira e as suas conexões. Deve ser checado o desgaste da mangueira e essa deve ser substituída nos primeiros sinais de danos.

2.3.5.9 A existência de muitos *O-rings* finos entre a mangueira e o instrumento merece uma maior atenção, podendo resultar em um vazamento caso não sejam substituídos regularmente.

2.3.6 PROFUNDÍMETRO

Fig 2.8 – Profundímetro e console duplo

2.3.6.1 Atualmente é possível encontrar dois tipos mais comuns de profundímetros (analógico/eletrônico). O analógico, semelhante ao manômetro, possui um tubo de *Bourdon*. A pressão da água é transmitida para o óleo e faz com que o tubo de *Bourdon* se enrole conforme aumenta a pressão, movendo a agulha e indicando a profundidade.

2.3.6.2 Os profundímetros eletrônicos associados aos computadores de mergulho são os mais comuns. Eles possuem um transdutor que varia a condutividade elétrica dependendo da pressão.

2.3.6.3 Por sua vez, os computadores de mergulho são de grande ajuda aos mergulhadores, pois estes equipamentos informam ao mergulhador a profundidade, o tempo de fundo, a velocidade de subida entre outros diversos dados de vital importância para que o mergulho ocorra dentro da margem de segurança ideal.

Fig 2.9 - Profundímetro em computador de mergulho

2.3.7 COLETE EQUILIBRADOR E INFLADOR (TRAQUEIA) DE BAIXA PRESSÃO

2.3.7.1 Quando comparado com outros equipamentos, o Colete Equilibrador (CE) e o inflador de baixa pressão possuem mecânica simples a apresentam poucos problemas. O CE nada mais é do que uma célula hermética altamente especializada feita de um material durável, criada para que possa ser vestida e com tirantes ajustáveis.

Fig 2.10 – Colete equilibrador e inflador de baixa pressão

2.3.7.2 Os coletes modernos possuem geralmente duas ou três torneiras de exaustão, incluindo uma torneira de alívio de alta pressão, torneira de exaustão com válvula de purga rápida e torneira de exaustão acoplada com a traqueia do inflador de baixa pressão.

2.3.7.3 O problema mais comum no uso dos CE é o desajuste ao corpo do mergulhador. Se muito grande, pode se tornar desconfortável, dificultando o controle da flutuabilidade e se muito pequeno pode restringir a respiração, principalmente quando totalmente inflado.

2.3.7.4 O mecanismo de inflagem do CE usa ar de baixa pressão do regulador e injeta no CE quando o mergulhador pressiona o botão do *power*. As torneiras do inflador são bem mais simples do que as do regulador. O controle da exaustão, também usado para inflagem oral, utiliza uma simples torneira que é aberta quando pressionada.

2.3.7.5 A maioria dos problemas com o CE está relacionado às torneiras de exaustão e de inflagem. Os problemas de inflagem, em sua maioria, acontecem com a inflagem contínua e não com o esvaziamento. Normalmente, um pequeno vazamento enche continuamente o CE e pode ser imperceptível ao mergulhador, porém é um problema que pode afetar diretamente o mergulho.

2.3.7.6 Caso o colete tenha inflagem contínua e o mergulhador não perceba, ele corre o risco de realizar uma subida descontrolada, podendo vir a ser acometido por uma doença descompressiva ou uma síndrome de hiperextensão pulmonar.

2.3.7.7 Caso seja verificado que o colete está enchendo sozinho, deve-se inspecionar o inflador e trocar o que for necessário, geralmente a alteração se encerra com a troca do *O-ring* da mangueira de baixa pressão da traqueia.

2.3.7.8 Existe a possibilidade dos infladores pararem na posição aberta, como consequência de uma manutenção inadequada. Sal ou detritos podem causar vazamento ou obstrução no inflador quando acionado, inflando rapidamente o CE e provocando uma subida descontrolada. Para parar o fluxo de ar, basta desconectar a traqueia de baixa pressão.

2.3.7.9 Problemas como vazamento na conexão do inflador e infladores desconectados podem acontecer. É possível evitar esses tipos de problemas verificando o funcionamento do CE realizando uma checagem pré-mergulho.

2.3.7.10 Os equipamentos de mergulho devem estar sempre em perfeitas condições de uso, de forma que não venha a trazer nenhum risco à integridade física dos mergulhadores. A manutenção dos equipamentos é de responsabilidade do mergulhador e do encarregado de material de mergulho de cada OMEM, de forma que a correta manutenção aumenta o tempo de vida útil do material.

CAPÍTULO III

FÍSICA DO MERGULHO

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

3.1.1 O ser humano foi adaptado para sobreviver às condições atmosféricas da superfície da Terra. Fora desses limites, o ambiente se torna extremamente hostil e nossa existência depende da habilidade de neutralizar essas forças ameaçadoras.

3.1.2 Neste escopo, os mergulhadores devem entender as características do ambiente subaquático e as técnicas para neutralizar ou adaptar os seus efeitos, para isso se faz necessário desenvolver um conhecimento básico de física.

3.1.3 Em particular, o mergulhador deve entender a respeito do comportamento dos gases, princípios de flutuabilidade e das propriedades do calor, da luz e do som quando submerso.

3.1.4 Sabendo que mais de 70% do corpo humano é água, partimos para o estudo das leis da física aplicadas aos gases e a sua relação com os líquidos em ambiente de alta pressão, como o submerso.

3.1.5 A partir desses estudos, será possível entender como os efeitos da pressão poderão afetar o nosso organismo durante uma atividade de mergulho e, consequentemente, como podemos preservar a nossa saúde.

3.2 COMPONENTES DA ATMOSFERA

3.2.1 Sendo o ar atmosférico a mistura gasosa que o organismo humano está adaptado para absorver nos seus pulmões, essa composição também é a mais utilizada no mergulho, ou seja, o ar atmosférico é injetado no interior de cilindros por intermédio de compressões de alta pressão.

3.2.2 A SEGUIR OBSERVA-SE A COMPOSIÇÃO DO AR ATMOSFÉRICO:

COMPONENTE	FÓRMULA	CONTEÚDO PERCENTUAL
Nitrogênio	N2	78,083%
Oxigênio	O2	20,945%
Demais gases	-	Pequenas quantidades

Tab. 3.1 - Composição aproximada do ar seco

3.2.3 Se a proporção de gases na mistura respirada for diferente da apresentada, pode-se enquadrar esse gás como um ar contaminado. Caso inalado, cada contaminante pode

ser absorvido pelo organismo e causar alguma consequência.

3.2.4 Além dos gases contaminantes, também podem estar presentes nos cilindros componentes sólidos, como partículas de fuligem, pó e micro-organismos.

3.2.5 Importante termos esse conhecimento ao lidarmos com as recargas de nossos cilindros para evitar a contaminação, assunto que será tratado no Capítulo XIII.

3.2.6 A título de conhecimento, existem mergulhos com emprego de diferentes misturas gasosas, como o NITROX, HELIOX, TRIMIX e o mergulho com oxigênio puro, porém não são objetivos deste manual técnico.

3.3 DENSIDADE

3.3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

3.3.1.1 Para entendermos os efeitos físicos na atividade de mergulho, faz-se necessário compreender alguns conceitos.

3.3.1.2 A densidade é a relação existente entre a massa e o volume de um material, a uma dada pressão e temperatura.

3.3.2 PODEMOS EXPRESSAR ESSA RELAÇÃO PELA SEGUINTE FÓRMULA:

$$\boldsymbol{d = \frac{m}{v}}$$

3.3.2.1 De acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de densidade é o Kg/m³, porém são mais utilizados o g/cm³ e o g/mL, lembrando que 1cm³ é igual a 1mL.

3.3.2.2 A densidade de um líquido pode ser representada para apenas uma substância ou também para uma mistura de substâncias, como por exemplo?

– A densidade da água doce nas condições ambientes é igual a 1,00 g/cm³, o que quer dizer que em 1 cm³ ou em 1 mL, existe 1,0 g de água.

3.3.2.3 Essa densidade irá variar de acordo com as substâncias envolvidas na mistura, como observamos ao adicionar 50 gramas de sal em um copo com 500g de água.

3.3.2.4 Cálculo do volume de 500g de água doce, sabendo que a densidade da água é de 1,00g/mL:

$$\boldsymbol{d = \frac{m}{v}}$$

$$\boldsymbol{v = \frac{500g}{1g/mL} = 500mL}$$

3.3.2.5 Cálculo da densidade da água após acréscimo de 50g de sal:

$$\boldsymbol{d = \frac{m}{v}}$$

$$\boldsymbol{d = \frac{500g\ (água) + 50g\ (sal)}{500mL}}$$

$$\boldsymbol{d = 1,1g/mL}$$

3.3.3 Conforme observamos no exemplo anterior, a água acrescida de sal possui uma maior densidade do que a água doce. E isso irá influenciar diretamente no mergulho quando formos tratar de flutuabilidade.

3.3.4 Poderemos observar que existe a variação de densidade não apenas do líquido, mas também, do gás. Esse, quando submetido a altas pressões, se torna mais denso, fato que influenciará diretamente no consumo realizado pelo mergulhador durante uma atividade de mergulho, ou seja, quanto maior for a minha profundidade, maior será o meu consumo de gás.

3.4 TEMPERATURA

3.4.1 A temperatura, juntamente com a pressão e volume, constituem os principais elementos base para os estudos científicos relacionados à Lei Geral dos Gases. Existem três principais escalas de representação da temperatura sendo elas, Celsius (Cº), Fahrenheit (Fº) e Kelvin (K).

3.4.2 Para fins de aplicações nas fórmulas físicas, os valores relacionados à temperatura deverão sempre ser convertidos para a escala Kelvin (K) no Sistema Internacional.

3.4.3 A SEGUIR SEGUEM OS FATORES DE CONVERSÃO:

$$\boldsymbol{\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}} \qquad\qquad \boldsymbol{K = C + 273}$$

3.5 PRESSÃO

3.5.1 A pressão é definida como a força realizada por uma massa sobre uma matéria em uma determinada área.

$$\boldsymbol{P = \frac{F}{A}}$$

3.5.2 A atmosfera é uma camada de ar sobre a terra, atraída para o centro de massa por meio da força da gravidade. A pressão que essa massa gasosa gera nos corpos, por força da ação da gravidade, é denominada PRESSÃO ATMOSFÉRICA.

Fig 3.1 - Representação da Pressão Atmosférica

3.5.3 Pode-se perceber que quanto maior a altitude de um dado relevo, isto é, quanto mais elevado ele estiver em relação ao nível do mar, menor será a pressão atmosférica. Isso ocorre porque a força da gravidade mantém a maior parte do ar próximo à superfície, o que explica o fato de grandes cadeias de montanhas apresentarem um ambiente com ar mais rarefeito.

3.5.4 Sendo assim, para fins de estudos e cálculos, o nível do mar foi adotado como referência de medida e estabeleceu-se que a pressão atmosférica ao nível do mar é de 1 atm.

3.5.5 Existem diferentes unidades de medida relacionadas a pressão, a seguir segue os fatores de conversão para 1 atm.

	Pa	**bar**	**psi**
1 atm	= 101.325 Pa	= 1,01 bar	= 14,7 psi

Tab. 3.2 - Unidades de pressão e fatores de conversão

3.5.6 Ao mergulhar, o corpo humano estará sujeito tanto à pressão da coluna de ar (atmosférica), quanto da pressão da água (hidrostática) agindo sobre ele. Sendo a densidade da água muito maior que a densidade do ar, um pequeno deslocamento vertical na água vai provocar uma grande variação de pressão.

3.5.7 Para ter um entendimento claro, a pressão que 10 metros de coluna de água

exercem sobre o nosso corpo, é a mesma pressão de uma coluna de ar da extensão da atmosfera. Ou seja, ao submergir por 10 metros o corpo humano estará submetido a uma pressão de, aproximadamente, duas atmosferas, assim por diante, a cada 10 metros, praticamente se coloca outra atmosfera de pressão sobre o corpo do mergulhador.

3.5.8 Da enorme variação de pressão a que o mergulhador está sujeito é que surgem os riscos do exercício da atividade especial de mergulho.

3.5.9 Com objetivo de identificar a pressão na qual o mergulhador está submetido, foi estabelecido o conceito de Pressão Absoluta, resultando da soma das pressões atmosférica e hidrostática.

3.5.10 A unidade de medida de pressão absoluta é geralmente abreviada como “ATA” (Sistema Métrico).

$$\boldsymbol{Pressão_{(absoluta)} = Pressão_{(hidrostática)} + Pressão_{(atmosférica)}}$$

$$\boldsymbol{Pressão_{(absoluta)} = \frac{Profundidade}{10} + Pressão_{(atmosférica)}}$$

$$\boldsymbol{Pressão_{(absoluta)} = \frac{Profundidade}{10} + 1}$$

3.6 LEIS DOS GASES

3.6.1 A maioria dos efeitos da pressão que nos interessam no mergulho estão relacionados aos gases. Não é possível ver os gases, mas sabemos que eles existem e experimentamos as sensações causadas pela sua presença. Ao longo dos anos, diversos cientistas desenvolveram experimentos a fim de entender qual o seu comportamento nas diversas situações.

3.6.2 Durante cada atividade especial de mergulho, um mergulhador leva consigo diversos recipientes preenchidos com gás, seja o seu colete estabilizador, o cilindro de mergulho, a máscara, os seios da face, as orelhas e os pulmões. Até mesmo as roupas de neoprene possuem milhões de minúsculas bolhas que sofrem influência da variação da pressão.

3.6.3 Portanto, entender a dinâmica dos gases e as consequências para o organismo em uma condição hiperbárica é fundamental para o mergulhador proteger sua saúde.

3.7 LEI DE BOYLE

3.7.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

3.7.1.1 A primeira lei que iremos estudar foi desenvolvida pelo físico e químico irlandês Robert Boyle na qual afirmou que a uma temperatura constante, a pressão que um gás

exerce em seu recipiente varia inversamente proporcional à mudança de volume que lhe for causada.

3.7.1.2 Por exemplo, quando comprimimos o ar dentro do cilindro de mergulho, nós estamos aumentando a pressão sobre o gás e consequentemente, reduzindo o volume de suas moléculas, fato que nos permite adicionar uma maior quantidade de ar dentro do cilindro.

$$\boldsymbol{P_1 \, x \, V_1 = P_2 \, x \, V_2}$$

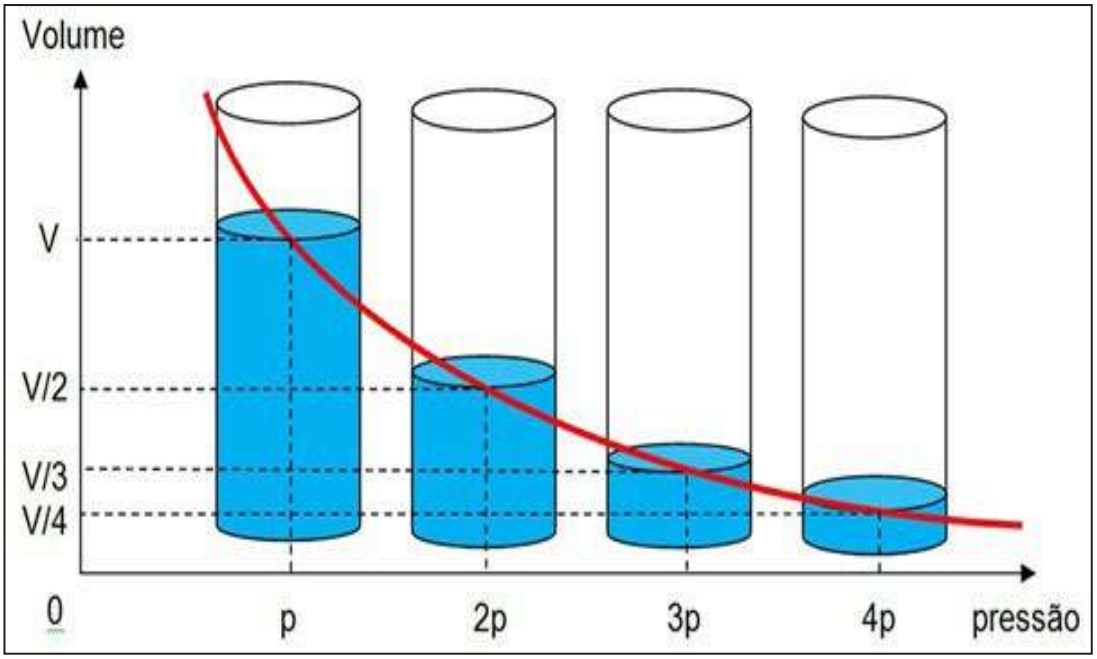


Fig 3.2 - Representação da lei de Boyle

3.7.1.3 Ao reduzir a pressão o inverso também ocorre, o gás quando sai de um ambiente de alta pressão para um ambiente de baixa pressão, proporcionalmente, ele irá aumentar o seu volume.

3.7.1.4 Por exemplo, ao retornar da profundidade de 10 metros para a superfície, o mergulhador diminui pela metade a pressão que estava sofrendo.

3.7.1.5 Com isso, o ar existente em seus pulmões irá aumentar seu volume e se o mergulhador não tiver o cuidado de realizar uma subida controlada exalando o ar, poderá ser acometido com uma síndrome de hiperdistensão pulmonar que estudaremos mais adiante. Da mesma forma, se comportarão todos os gases presentes no mergulho (CE, máscara, seios de face, ouvidos etc).

3.7.1.6 A Lei de Boyle, portanto, afirma que a pressão e o volume de um gás são inversamente proporcionais. Por outro lado, pressão e densidade são diretamente proporcionais e podemos deduzir isso facilmente.

3.7.1.7 Ao reduzirmos o volume do gás quando aumentamos a pressão, automaticamente, o mesmo número de moléculas deverá ocupar o mesmo espaço. Isso

significa que o gás se tornou mais compacto ou mais denso. A densidade, portanto, é diretamente proporcional à pressão absoluta.

3.7.1.8 Por exemplo, com 2 ATA, um dado volume de ar é duas vezes mais denso do que na superfície (1 ATA). Com 3 ATA, ele é três vezes mais denso e assim por diante. Isso explica por que quanto mais fundo o militar for, mais rápido o militar consumirá seu suprimento de ar.

3.7.2 MECANISMO PRÁTICO DA LEI DE BOYLE

3.7.2.1 Durante um mergulho, um *lift bag* está a 20 m de profundidade e é inflado com 1 litro de ar.

– Nessa profundidade, esse gás está submetido a uma pressão de aproximadamente 3 pressões atmosféricas absolutas (ATA).

3.7.2.2 Subindo o material para a profundidade de 10 m a pressão diminui para 2 ATA, sob uma pressão menor o gás se expande passando a ocupar um volume maior.

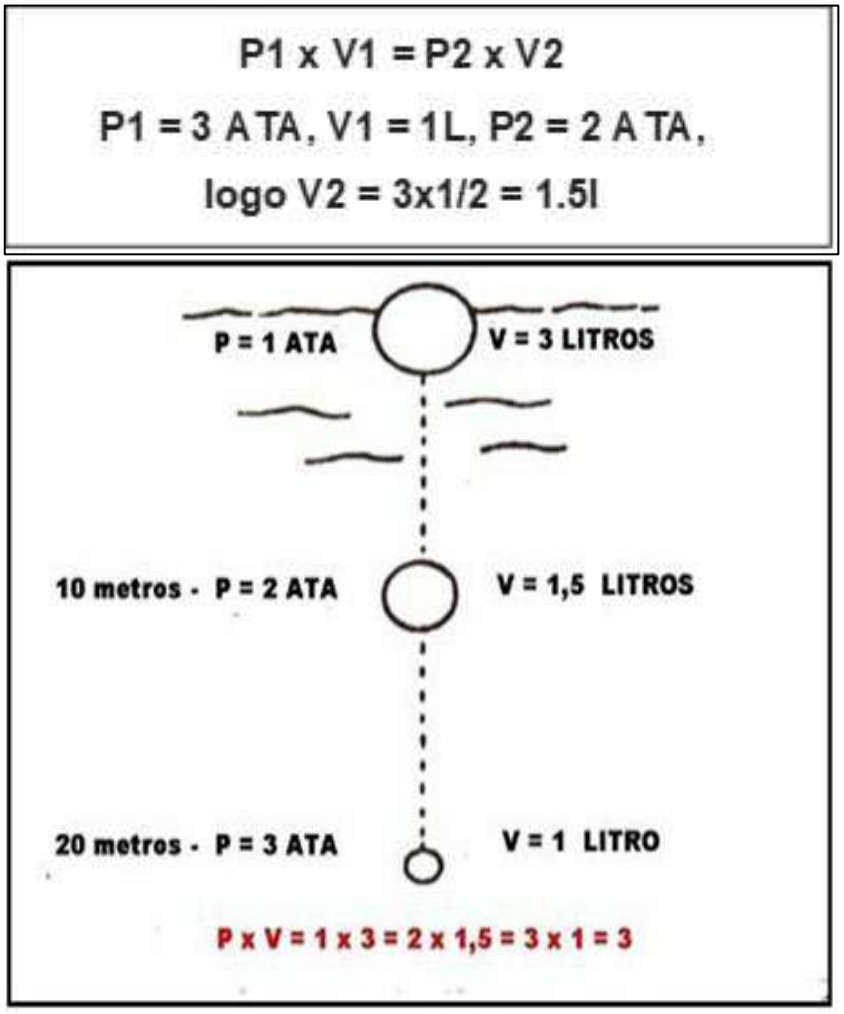


Fig 3.3 - Exemplo da Lei de Boyle aplicada ao mergulho

3.7.2.3 A Lei de Boyle é talvez a lei dos gases mais útil no mergulho. É com esse

conhecimento que o mergulhador poderá calcular o quão rápido será seu consumo de ar em uma certa profundidade, em comparação com outra, ou qual o volume de gás utilizável ele possui no interior do seu cilindro com uma determinada pressão.

3.7.2.4 Ela também explica porque **JAMAIS** o mergulhador deve prender a respiração enquanto respira ar comprimido e porque se deve liberar o ar do CE à medida em que realiza a subida.

3.8 LEI DE CHARLES

3.8.1 A dinâmica dos gases, analisada pela Lei de Boyle, aborda exclusivamente os efeitos da pressão e do volume, supondo que a temperatura do gás constante.

3.8.2 A Lei de Charles apresenta a influência da temperatura sobre o comportamento dos gases. A Lei afirma que quando ocorre uma variação na temperatura de um gás ocorre uma variação diretamente proporcional no volume (quando se mantém a pressão constante) ou na pressão (quando se mantém o volume constante), ou seja:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \qquad \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

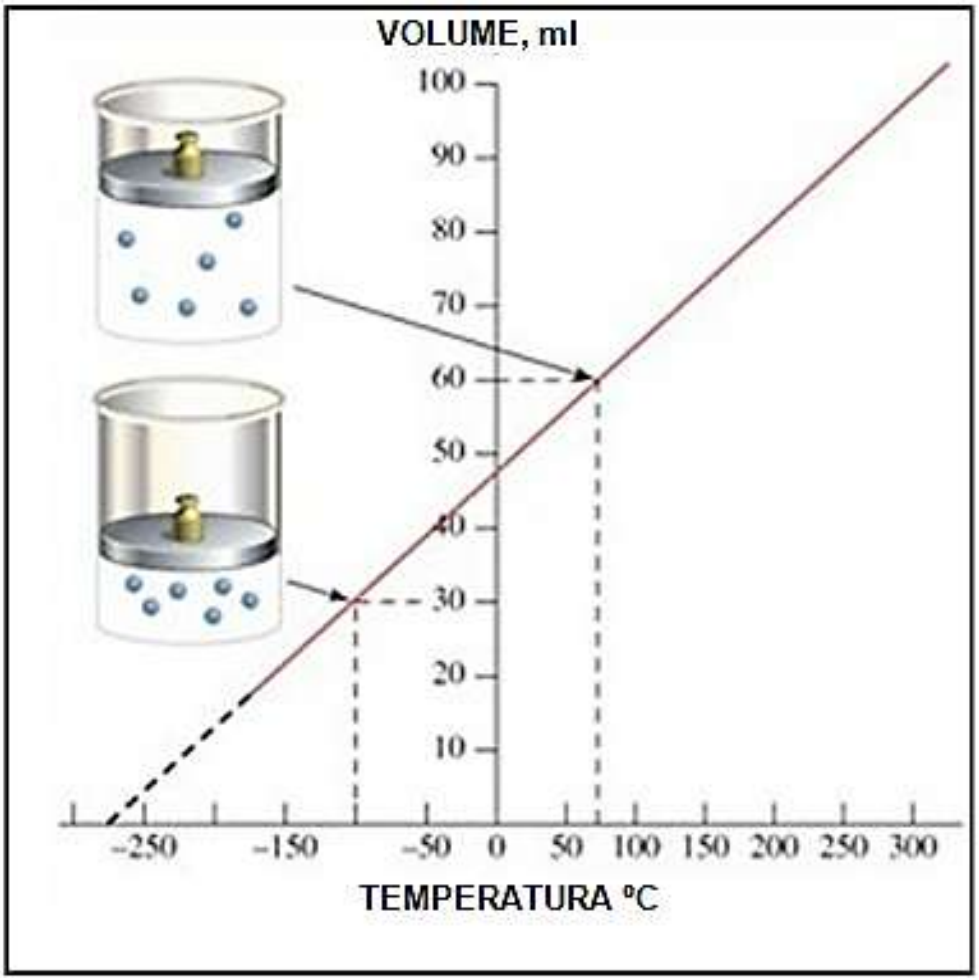


Fig 3.4 - Variação de temperatura e volume com pressão constante

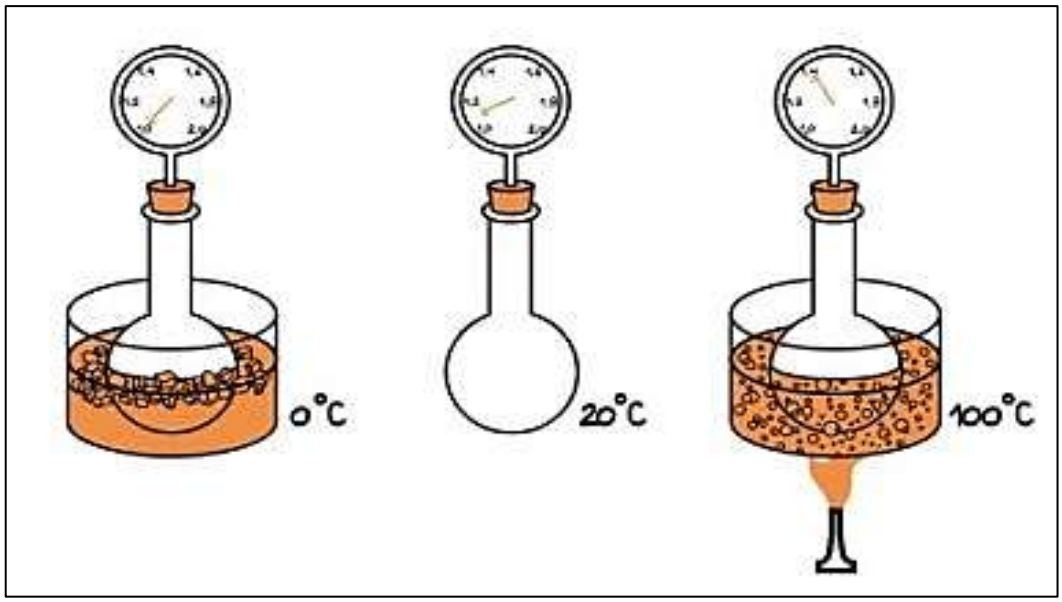


Fig 3.5 - Variação de temperatura e pressão com volume constante

3.8.3 Pela Lei de Charles é possível determinar em quanto o seu suprimento de ar será reduzido devido ao resfriamento do cilindro ao mergulhar em águas gelada:

3.8.4 EXEMPLO:

a) Seu cilindro de 18 litros atinge 50º C ao ser carregado a 200 bar;
b) O militar realizará um mergulho em água com temperatura de 18º C;
c) Qual será a pressão que seu cilindro terá quando o militar entrar na água?

- P1= 200 bar + 1 bar = 201 bar de pressão absoluta
- V1=V2 – pois o volume do cilindro será o mesmo
- T1= 50ºC + 273ºC= 323 kelvins (K)
- T2= 18ºC + 273ºC= 291 kelvins (K)

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad \gg \quad \frac{200bar}{323K} = \frac{P_2}{291K} \quad \gg \quad P_2 = 179,5bar$$

3.9 EQUAÇÃO GERAL DOS GASES

3.9.1.1 A lei dos gases ideais ou a equação geral dos gases ideais se originou através da combinação das leis que estudamos anteriormente e são responsáveis por descrever o comportamento dos sistemas gasosos: as leis de Boyle, Charles.

3.9.1.2 Na equação geral dos gases, leva-se em consideração as variações de temperatura, volume e pressão.

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

3.10 LEI DE DALTON OU LEI DAS PRESSÕES PARCIAIS

3.10.1 A Lei de Dalton ou Lei das Pressões Parciais é utilizada no mergulho para determinar a profundidade máxima para mergulhos com ar enriquecido e oxigênio puro.

3.10.2 Esta lei, juntamente com a Lei de Henry, que estudaremos a seguir, é também um princípio importante aplicado pelos modelos de descompressão dos computadores de mergulho, bem como das tabelas de mergulho.

3.10.3 Essa lei afirma que a pressão total exercida por uma mistura de gases é igual à soma das pressões de cada um dos diferentes gases que constituem a mistura, com cada gás agindo como se estivesse sozinho e ocupando o volume total.

3.10.4 APLICAÇÃO DA LEI

3.10.4.1 Por exemplo, o ar consiste aproximadamente de 21% de oxigênio e 79% de nitrogênio.

3.10.4.2 Na pressão atmosférica, ou seja, 1 bar/ata, a Lei de Dalton estabelece que 21% da pressão total da mistura de gases será exercida pelas moléculas de oxigênio e que 79% da pressão total será exercida pelas moléculas de nitrogênio.

3.10.4.3 Logo, se a pressão total exercida é de 1 bar/ata, então a pressão parcial do oxigênio é de 0,21 bar/ata do total (0,21 X 1bar/ata = 0,21ata) e a pressão parcial do nitrogênio é de 0,79bar/ata do total (0,79 X 1bar/ata = 0,79ata).

3.10.4.4 Ao realizar um mergulho e atingir a profundidade de 20m (3 bar/ata), o oxigênio e o nitrogênio continuarão possuindo a mesma porcentagem na mistura exercendo, também, uma pressão parcial proporcional da pressão total.

– Com isso, da pressão total de 3 ata, o oxigênio exerce 21% do total (0,21 X 3bar/ata = 0,63ata) e o nitrogênio exerce 79% do total (0,79 X 3bar/ata = 2,37ata).

3.10.4.5 Essa lei possui grande importância no mergulho, pois alguns gases possuem características tóxicas quando submetidos a elevada pressão. É o caso do oxigênio que se torna tóxico ao exceder a pressão parcial de 1,6 ata.

$$\boldsymbol{P_{total} = PP_1 + PP_2 + PP_3 + \cdots}$$

3.11 LEI DE HENRY

3.11.1 Segundo Henry, “A solubilidade de um gás dissolvido em um líquido é diretamente proporcional à pressão parcial do gás acima do líquido”.

– Em outras palavras, quanto maior for a pressão parcial de um gás, maior quantidade deste gás será dissolvido no líquido que estiver em contato com ele.

3.11.2 No momento em que a água entra em contato com um gás, as moléculas do gás se movem rapidamente para penetrá-la, fluindo da alta pressão para a baixa pressão, de

modo similar ao gás que flui de alta pressão para baixa pressão quando se abre a torneira do cilindro de mergulho.

– O gás dissolve dentro da água até que a pressão do gás em solução seja a mesma que a pressão parcial do gás em contato com a solução.

3.11.3 Este conceito é importante, tendo em vista que em média, 70% do corpo humano é composto por água.

– A mistura gasosa respirada pelo mergulhador durante o mergulho também está com grande pressão e, como consequência, todos os seus gases constituintes estarão com suas pressões parciais aumentadas, com isso aumenta a dissolução desses gases no sangue e no organismo.

3.11.4 Diversas podem ser as consequências da dissolução de gases no organismo. Assunto que discorreremos no Capítulo V.

Fig 3.7 - Representação da Lei de Henry

3.12 PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES

3.12.1 Dentro da água é mais fácil locomover objetos pesados se comparado à força necessária para realizar a mesma tarefa fora da água. Pelo mesmo motivo, corpos pesados e de grande volume flutuam. Essas situações são possíveis pela ação do empuxo ou força de flutuabilidade.

3.12.2 A força de flutuabilidade se apresenta em três estados: Positivo (tende a ficar na superfície), Neutro (igual ao peso do objeto) e Negativo (tende a ir para o fundo).

$$\boldsymbol{Força_{(flutuabilidade)} = Volume_{(objeto)}\ x\ Densidade_{(líquido)}}$$

3.12.3 O peso e o volume afetam o estado de flutuabilidade do mergulhador. O peso do mergulhador inclui o peso do seu corpo, do seu equipamento e do lastro adicionado. O volume depende do tamanho do corpo, espessura da roupa de exposição e do volume dos equipamentos, particularmente o colete estabilizador.

3.12.4 É importante salientar que com o aumento da profundidade, a pressão da água sobre a roupa de exposição irá comprimir as bolhas de gás do Neoprene, diminuindo o seu volume, diminuindo sua força de flutuabilidade.

3.12.5 Para compensar a perda de flutuabilidade, o militar deve acrescentar ar no colete para aumentar o volume e recuperar a flutuabilidade.

3.12.6 Esse conceito é importante no mergulho porque permite entender a importância de alguns equipamentos para o mergulhador como o cinto de lastros, que facilita a imersão (diminui a Força de Flutuabilidade), bem como a ação do colete equilibrador que, quando inflado, traz o mergulhador em direção à superfície (aumenta a Força de Flutuabilidade).

3.12.7 A meta do mergulhador é manter-se com flutuabilidade neutra, permitindo controlar a profundidade, realizando um mergulho controlado. Mergulhar sem controle de flutuabilidade é desconfortável e perigoso, é também um sinal de inexperiência.

3.12.8 Neste escopo, estabelecemos também o conceito de Peso Molhado, ao qual é feita a associação do novo peso do objeto quando submerso.

$$\boldsymbol{Peso_{(molhado)} = Peso_{(seco)} - Força_{(flutuabilidade)}}$$

3.12.9 A Força de Flutuabilidade é utilizada para recuperação de objetos afundados. Sacos elevatórios, conhecidos como *Lift Bags*, é o método mais comum. No entanto, qualquer material que possa ser ancorado ao objeto e possibilite conter ar em seu interior poderá ser empregado. Nessa situação, devemos considerar o peso deste material caso ele não seja irrisório (tonéis ou tambores de aço, por exemplo).

CAPÍTULO IV

FISIOLOGIA DO MERGULHO

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

4.1.1 A condição de ser vivo impõe uma série de limitações que devem ser atendidas com o intuito de se preservar vivo. Nesse contexto, o consumo de energia e a respiração são fundamentais para manter o organismo humano funcionando corretamente. O ser humano pode passar até alguns dias sem alimentar-se e continuar vivo, no entanto, apenas alguns minutos sem respirar. Em um mergulho, se o militar ficar sem adequado fornecimento de oxigênio, levará o organismo a uma condição de falha, que ocasionará o comprometimento de suas funções motoras, afogamento, a falência de órgãos, podendo conduzir a morte.

4.1.2 O corpo humano é adaptado a realizar a respiração pulmonar que depende da constante renovação da mistura gasosa que preenche o pulmão. Essa renovação se dá pela ação de músculos específicos que trabalham para inalar uma nova mistura e exalar uma mistura respirada em um processo no qual o organismo absorve do ar ambiente moléculas de gás oxigênio e exala moléculas de gás carbônico, processo chamado de Hematose.

4.1.3 Na atmosfera, pode-se realizar a renovação da mistura gasosa do pulmão tendo como fonte o próprio ar que está presente em todo ambiente. Essa situação muda dentro da água. O corpo humano não é como o do peixe que é adaptado para absorver o oxigênio dissolvido na água. Sendo assim, é fácil perceber por que não se consegue respirar dentro da água. Não se pode encher o pulmão de água.

4.1.4 Aliado a isso, como não se pode passar muito tempo sem respirar, houve a necessidade de desenvolver equipamentos que permitissem realizar a renovação gasosa dos pulmões dentro da água.

4.1.5 No estudo da adaptação do organismo do mergulhador às condições adversas encontradas no ambiente aquático.

4.1.6 Devem-se observar as considerações sobre o funcionamento do organismo normal, nos seus componentes que mais interessam no estudo do mergulho. Assim, será possível verificar as alterações sofridas pelo organismo humano quando submetido ao meio hiperbárico.

4.1.7 Ao longo desse capítulo, serão expostas as influências do ambiente aquático no organismo humano no decorrer de um mergulho e quais cuidados o mergulhador deve tomar a fim de proteger a saúde.

4.1.8 Partindo do estudo das leis da física aplicadas aos gases, sua relação com os líquidos (maisde 70% do corpo humano é água) e com a alta pressão que existe no ambiente submerso, é possível entender como tudo isso afeta o organismo e como é possível preservar a saúde.

4.2 ADAPTAÇÃO AO AMBIENTE AQUÁTICO

4.2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

4.2.1.1 Os seres humanos não estão adaptados à vida subaquática. O mover-se fora d'água é familiar e confortável por estar adaptado ao meio aéreo. Sob a água, se está num mundo novo, onde a visão, a audição, a manutenção do calor e a movimentação são diferentes.

4.2.1.2 Isso ocorre porque a água é 800 vezes mais densa do que o ar, afetando a luz, os sons e o calor de uma forma a qual o ser humano não está acostumado. Definimos energia como a capacidade de realizar trabalho, energia cinética (de um corpo em movimento) e energia potencial (em repouso pela sua posição).

4.2.2 VISÃO SUBAQUÁTICA

4.2.2.1 Para enxergar bem sob a água, é preciso de uma máscara, pois o olho humano não consegue focalizar sem um espaço aéreo à sua frente. A máscara providencia este espaço aéreo. Sem ela é possível ver objetos grandes, mas borrados e indistintos, porque o olho não conseguirá fazer com que os raios de luz façam um ponto focal.

4.2.2.2 Por causa da refração, os objetos aparentam estar 1/3 mais próximo e maiores do que no meio aéreo. A luz viaja na água a uma velocidade diferente do ar e quando passa da água para o ar na máscara, a mudança de velocidade causa um pequeno desvio no ângulo dos raios luminosos.

4.2.2.3 Isso causa o efeito da magnificência (aumento), em que os objetos sob a água parecem25% maiores e mais próximos (Fig 4.1). A água tem outros efeitos sobre a luz. Quando o mergulhador desce, há menos luz. Isso acontece devido a vários fatores; alguns raios são refletidospela superfície da água, alguns espalhados por partículas na água e alguns absorvidos pela própria água. Porém a água não absorve a luz uniformemente.

Fig 4.1 – Fenômeno da refração

4.2.2.4 As cores também parecem muito diferentes dentro d'água. A luz solar está composta de um espectro de cores visíveis e invisíveis que vão de infravermelho a ultravioleta. A dissipação desse espectro ocorre das cores mais "quentes" para as mais "frias", conforme aumentamos a profundidade (Fig 4.2).

4.2.2.5 É por isso que precisamos de luz artificial (lanterna) quando mergulhamos em grandes profundidades.

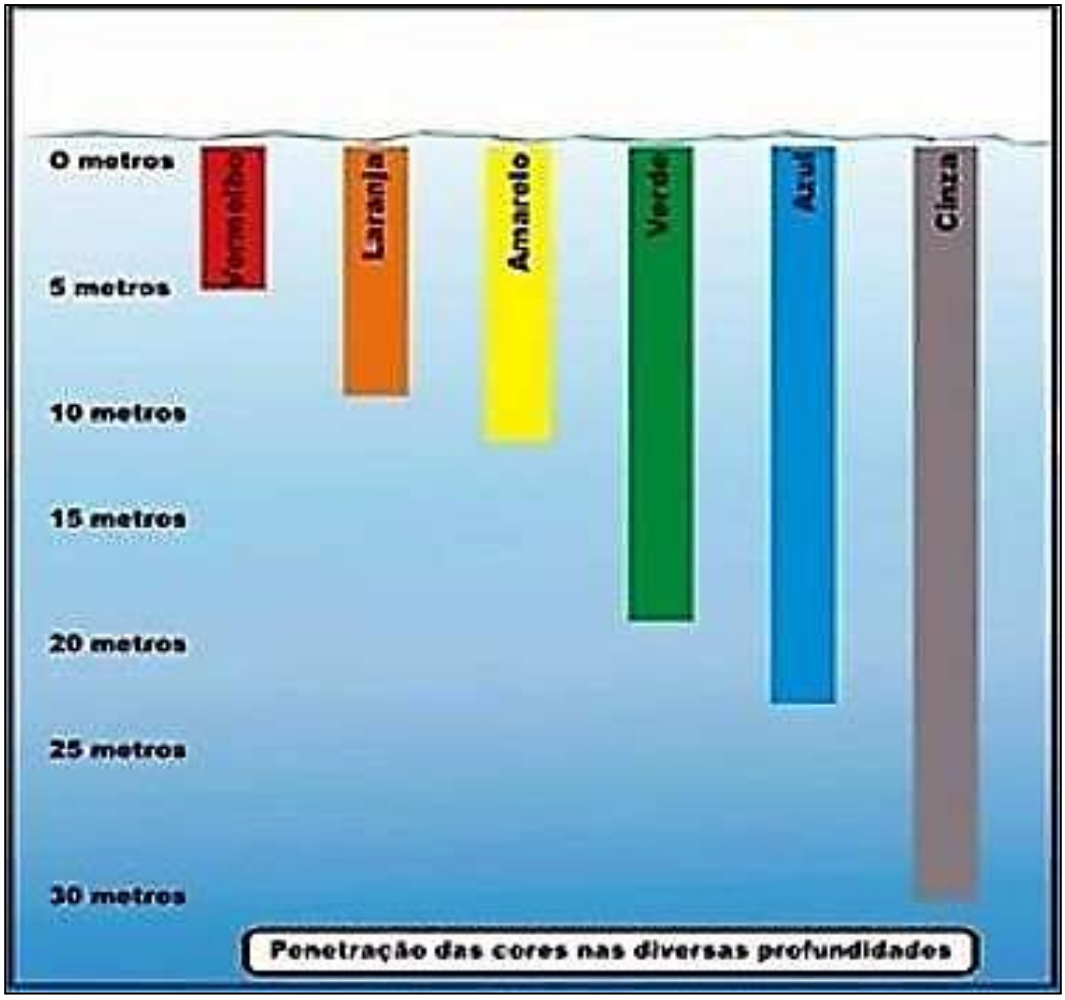


Fig 4.2 - Dissipação do espectro de luz

4.2.3 AUDIÇÃO DEBAIXO D`ÁGUA

4.2.3.1 O som se propaga mais intensa e rapidamente (4 vezes mais rápido) na água que no ar, devido à sua maior densidade (Fig 4.3), por isso é possível ouvir sons que estão muito mais longe que fora da água.

4.2.3.2 Outra consequência é ter dificuldades em determinar a direção do som, visto que a percepção de direção existe pela diferença de tempo que os dois ouvidos escutamo mesmo som.

4.2.3.3 Sob a água, há a sensação do mesmo som vir de todas as direções ao mesmo tempo.

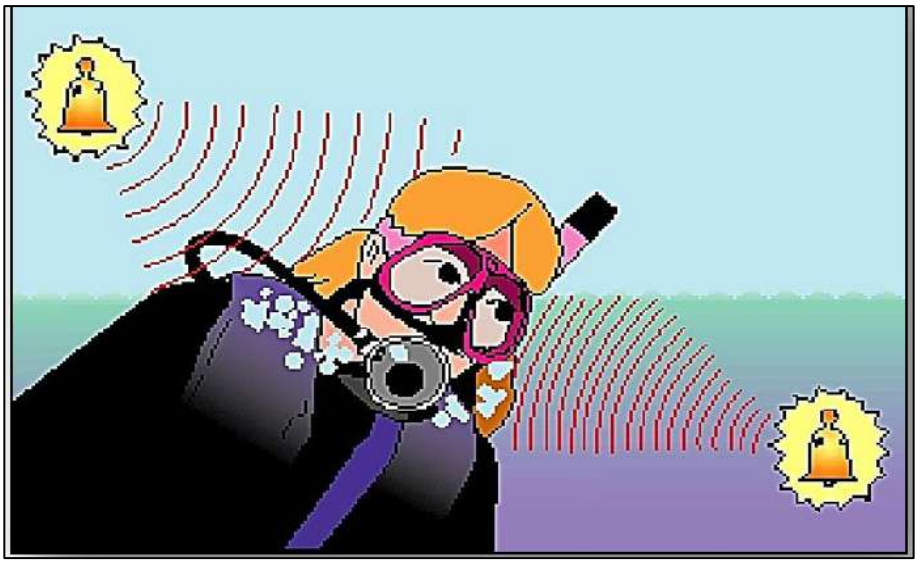


Fig 4.3 - Deslocamento do som no ar e na água

4.2.4 MOVIMENTAÇÃO NA ÁGUA

4.2.4.1 Devido à alta densidade da água em comparação com o ar, sua resistência ao movimento também é muito maior.

4.2.4.2 Quanto à propulsão debaixo d`água, existem dois conceitos, são eles: o Arrasto e a "Posição" (TRIM).

4.2.4.3 A água dificulta os movimentos. Essa resistência é denominada arrasto. O ajuste do equipamento é fundamental para a redução do arrasto e refletirá diretamente no esforço realizadodo mergulhador durante seu deslocamento.

4.2.4.4 A melhor forma de conservar energia e vencer esta resistência no mergulho é se movimentar em ritmo lento e na posição horizontal (TRIM).

4.2.4.5 Quanto melhor ajustado estiver seu equipamento e melhor posicionado (TRIM) o militar estiver, mais hidrodinâmico o militar estará (Fig 4.4).

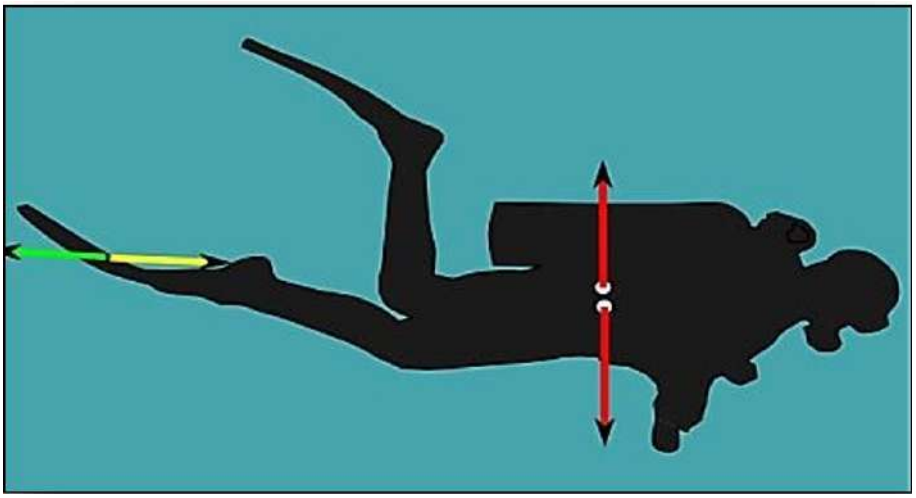


Fig 4.4 - Posicionamento correto (TRIM)

4.2.5 PERDA DE CALOR NA ÁGUA

4.2.5.1 No ambiente aéreo, o corpo perde calor através da pele para o ar, quando o calor é levado por correntes de ar ou pela transpiração, que esfria a pele através da evaporação.

4.2.5.2 Por consequência da maior densidade, a água remove o calor corporal aproximadamente 20 vezes mais rápido que o ar. Isso mostra por que numa dada temperatura a água tem um efeito refrigerante muito maior que o ar.

4.3 A RESPIRAÇÃO PULMONAR NO MERGULHO

4.3.1 DINÂMICA DA VENTILAÇÃO PULMONAR:

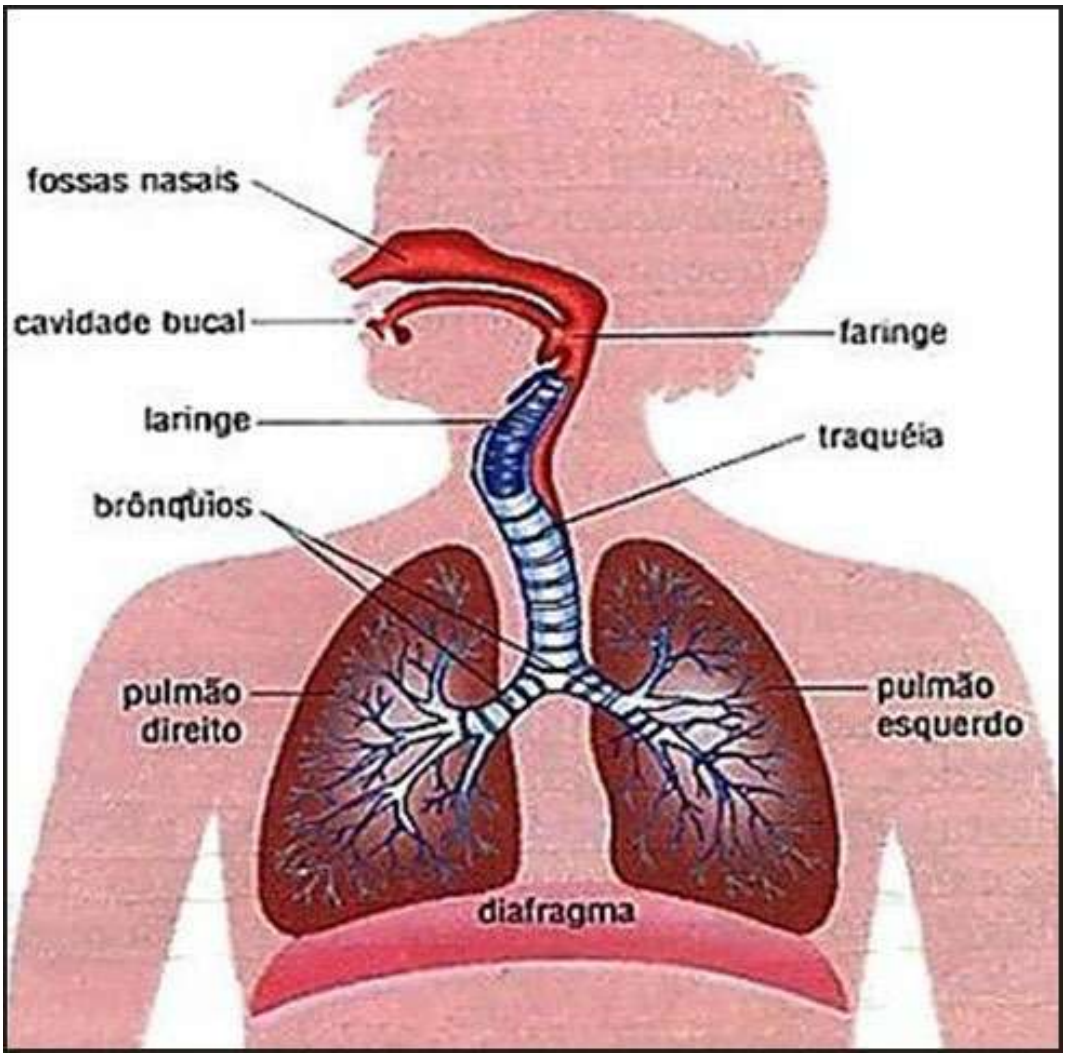


Fig 4.5 - Aparelho respiratório

4.3.1.1 O diafragma participa com 75% do esforço inspiratório. A musculatura do pescoço, dos abdominais e outros músculos participam com os 25% restantes do esforço.

4.3.1.2 O aumento do volume da caixa torácica leva ao aumento da pressão negativa intrapleural, diminuindo a pressão intrapulmonar. O ar entra nos pulmões devido a esse aumento no volume pulmonar (Lei de Boyle).

4.3.1.3 Com o final do estímulo respiratório, o diafragma relaxa, a cúpula se eleva e os pulmões elasticamente retraem pela diminuição da pressão negativa (Fig 4.5).

4.3.1.4 Por esse motivo, sentimos contrações no diafragma quando em apneia prolongada, é um estímulo do corpo em "querer" realizar a ventilação.

4.3.2 VOLUMES PULMONARES

4.3.2.1 Para melhor compreensão da dinâmica respiratória, o volume de ar contido nos pulmões pode ser assim dividido:

4.3.2.1.1 capacidade total (CT): maior volume de ar que pode ser contido nos pulmões após uma inspiração máxima. CT = capacidade total (5 a 6 litros);

4.3.2.1.2 capacidade vital (CV): maior volume de ar que pode ser expelido dos pulmões após umainspiração máxima. CV = capacidade vital (4,5 a 5 litros);

4.3.2.1.3 volume residual (VR): volume de ar que fica retido nos pulmões após uma expiração máxima. VR = volume residual (1 a 1,5 litros);

4.3.2.1.4 volume corrente (VC): volume de ar que se movimenta no ciclo respiratório normal. VC =volume corrente (0,5 a 0,6 litros); e

4.3.2.1.5 volume minuto (VM): volume de ar que se movimenta nos pulmões em um minuto VM = VC x frequência.

4.3.2.1.6 Certas partes do equipamento de mergulho podem aumentar o espaço morto por conterem algum volume de ar que será adicionado no espaço morto anatômico. Para compensar, o mergulhador necessita aumentar seu volume corrente.

4.3.2.2 O ciclo respiratório compreende uma respiração completa, incluindo a inspiração, a expiração e qualquer pausa que ocorra entre estas duas fases.

4.3.3 REGULAÇÃO DA RESPIRAÇÃO

4.3.3.1 Os pulmões não tem um sistema autônomo como o coração.

4.3.3.2 O bulbo cerebral é o centro respiratório que comanda todo o processo de ventilação do organismo humano. Trabalha com pressão parcial dos gases no sangue. Possui receptores osmóticos que reagem com as variações do hidrogênio iontes nos tecidos.

4.3.3.3 A vontade de respirar (asfixia) dá-se pelo excesso de gás carbônico no organismo, assim como a falta de oxigênio gera uma situação de autodefesa em que o corpo preserva as funções vitais do nosso organismo, ocasionando o apagamento (blackout). (Fig 4.6).

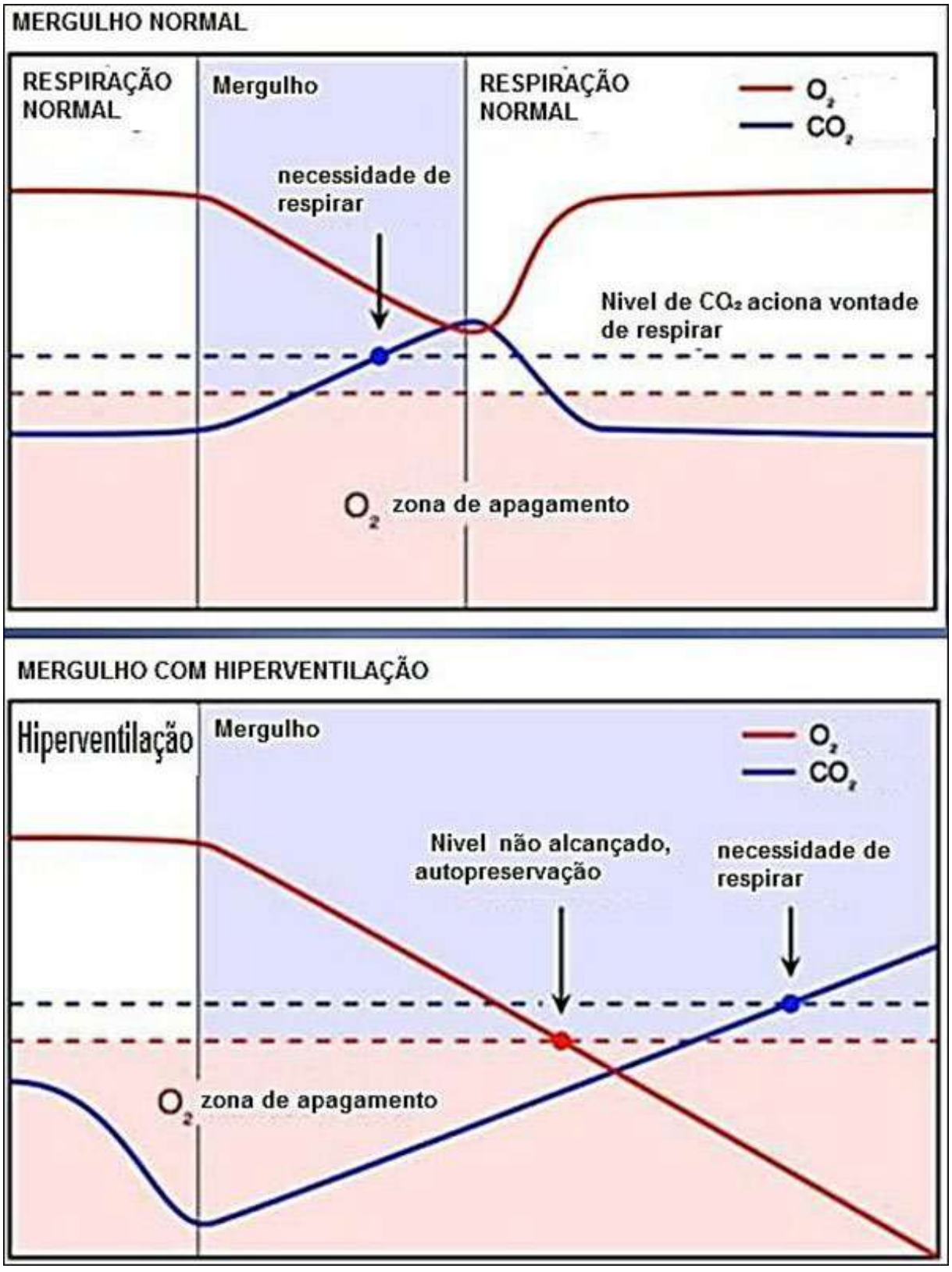


Fig 4.6 - Perfil da Pressão Parcial dos gases numa apneia

4.3.3.4 Por esse motivo, é ideal que o mergulhador respire profundamente, de forma a realizar uma ventilação completa.

4.4 A RESPIRAÇÃO CELULAR NO MERGULHO

4.4.1 Respiração celular é o processo de conversão das ligações químicas de moléculas ricas em energia que poderão ser usadas nos processos vitais. Os seres humanos realizam a respiração aeróbia, pois utilizam moléculas de oxigênio para obter energia de nutrientes como a glicose, bem como gera Dióxido de Carbono (CO_2) como produto metabólico dessa produção de energia.

4.4.2 Estes nutrientes, o Oxigênio (O_2) e o Dióxido de Carbono (CO_2) são transportados pelas Hemoglobinas (Hb), o transporte dos gases ocorre quando da sua passagem pelo pulmão e esses se encontram em concentração suficiente para ser dissolvido no sangue.

4.4.3 Nos alvéolos pulmonares ocorre a hematose, processo em que é feito a permuta dos gases do meio mais saturado para o menos saturado, seja a absorção do O_2 ou a eliminação do CO_2.

4.4.4 As Hb transportam o O_2 por todo o organismo através da corrente sanguínea, permitindo que todas as células funcionem adequadamente.

4.4.5 Conhecer esse processo permite entender como a respiração celular pode ser afetada durante o mergulho a partir do momento que ficamos limitados do fornecimento de O_2, consequentemente, nossa fonte de energia, bem como acumulamos o CO_2, produto metabólico.

4.5 ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS RESPIRATÓRIAS NO MERGULHO

4.5.1 Pelo acréscimo do espaço morto e da resistência respiratória ocasionada pelo ambiente hiperbárico, nosso corpo acaba realizando um esforço maior do que o usual. Dessa forma, consumimos mais energia e acabamos por produzir e concentrar mais Dióxido de Carbono (produto metabólico) no nosso organismo (Fig 4.7).

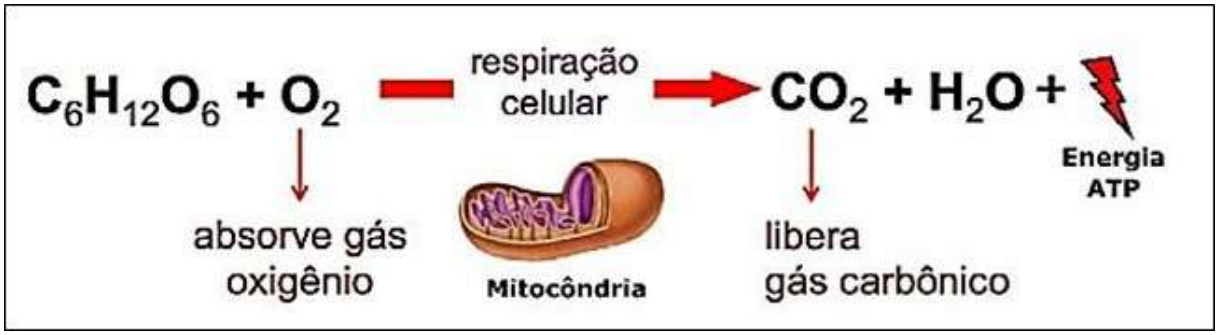


Fig 4.7 - Respiração Celular simplificada

4.5.2 O aumento da densidade gasosa aumenta a resistência das vias aéreas, restringe aventilação e aumenta o esforço respiratório. Gases metabolicamente inertes (no caso da utilizaçãode ar comprimido, o Nitrogênio - N2) ganham um aumento em sua absorção e difusão (efeitos narcóticos) e dificuldade em sua eliminação (efeitos descompressivos).

4.5.3 O oxigênio apresenta elevação do consumo pela maior demanda metabólica do mergulhador, apresentando também a sua pressão parcial alterada devido à alteração da pressão ambiente (efeitos de hipóxia ou hiperóxia). Outros gases da mistura passam a ter potencial ação tóxica ou até letal, a depender da elevação de pressão parcial dos mesmos, conforme a profundidade e o tempo de exposição.

4.5.4 Por ocasião da ventilação ser feita pela boca e não passar pela fossa nasal, lugar ao qual oar seria filtrado (pelos do nariz), bem como umidificado e aquecido (mucosas); ocorre que o ar passa bruto pela faringe, ressecando nosso aparelho respiratório, motivo pelo qual temos a ocorrência de tosses e apresentamos um leve quadro de desidratação em nossa garganta.

4.6 CIRCULAÇÃO SANGUÍNEA NO MERGULHO

4.6.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

4.6.1.1 O aparelho circulatório consiste num sistema formado de redes (vasos sanguíneos) com uma bomba (coração), responsável pela circulação da massa líquida (sangue) contida neste sistema.

4.6.1.2 O Sistema Circulatório é dividido em pequena (pulmonar) e grande (sistêmica) circulação (Fig 4.8).

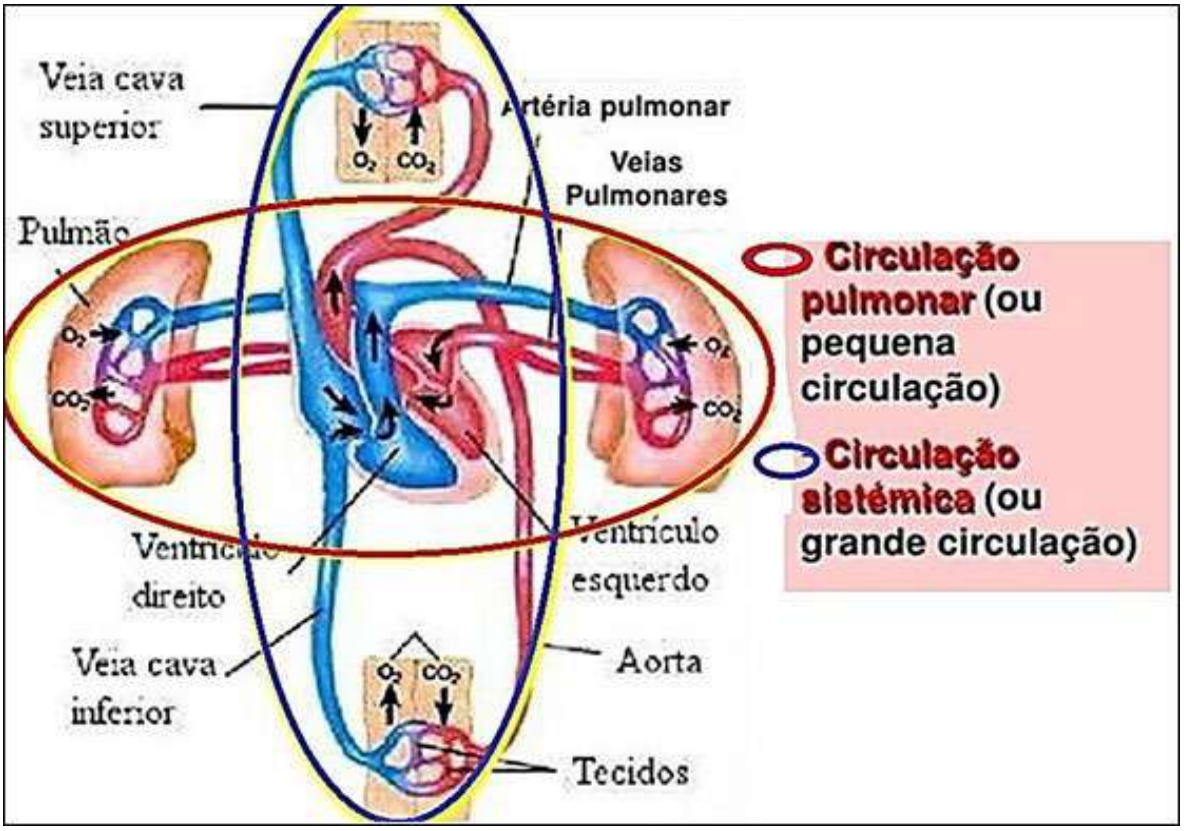


Fig 4.8 - Aparelho circulatório

4.6.1.3 A necessidade de uma grande superfície de exposição do sangue ao oxigênio e ao gás carbônico, tanto nos pulmões quanto nos tecidos, é satisfeita pela existência de

uma rede de vasos extremamente pequenos e de paredes finas, que interseccionam cada parte do corpo humano. Nos pulmões estes capilares envolvem minúsculos sacos contendo ar (alvéolos), de forma que o sangue que eles conduzem possa ser exposto ao ar e proceder no processo descrito anteriormente chamado de hematose.

4.6.1.4 As artérias são constituídas de paredes espessas, constituídas por três camadas, por suportarem uma considerável pressão sanguínea. Uma camada de fibras elásticas proporciona às artérias condições de absorver alterações de pressão. Esses vasos contêm também uma camada de fibras musculares que são controladas pelo sistema nervoso autônomo, e por certas substâncias que o organismo produz. Estas fibras são responsáveis pela alteração do diâmetro das artérias (vasoconstrição e vasodilatação), o que influencia a pressão arterial e o fluxo sanguíneo em um determinado local.

4.6.1.5 O coração possui o tamanho aproximado de um punho fechado. Suas paredes são constituídas de músculo estriado cardíaco, responsável pela ação de bombeamento. Está localizado na parte central e superficial da cavidade torácica, entre os dois pulmões.

4.6.1.6 O interior do coração é dividido no sentido longitudinal, em duas metades que não tem relação direta uma com a outra. O lado esquerdo é a bomba que impulsiona o sangue para a circulação sistêmica; o lado direito impulsiona o sangue para a circulação pulmonar.

4.6.1.7 Como a maioria das bombas, o coração possui válvulas de retenção para manter o fluxo sanguíneo em uma só direção, evitando o retorno no intervalo entre os bombeamentos cardíacos.

4.6.1.8 Existe uma válvula entre cada ventrículo e átrio correspondente, e também na saída de cada artéria principal de cada lado. Quando o coração se contrai, as válvulas situadas entre os átrios e os ventrículos impedem o retorno do sangue para dentro dos átrios.

4.6.1.9 Quando o coração relaxa e reenche, as válvulas localizadas entre as artérias e os ventrículos impedem o retorno sanguíneo para o interior do ventrículo, com isso mantendo a pressão na artéria.

4.6.2 PRESSÃO ARTERIAL

4.6.2.1 A pressão arterial depende da quantidade de sangue que o coração bombeia e da resistência do circuito. Estes dois fatores estão sob controle do sistema nervoso, que pode aumentar ou diminuir a frequência cardíaca, assim como promover uma vasodilatação ou vasoconstrição.

4.6.2.2 Sensores de pressão chamados pressorreceptores localizados nas artérias carótidas (pescoço) e aorta (tórax) fornecem ao cérebro, através de impulsos nervosos, informações sobre a pressão sanguínea.

4.6.2.3 A partir dessas informações, o cérebro pode fazer os ajustes necessários para manter a pressão dentro de certos limites, controlando a pressão ótima do fluxo sanguíneo através dos tecidos para evitar a ruptura de artérias mais finas pelo aumento

da pressão arterial.

4.6.2.4 A pressão arterial é, em média, para um indivíduo em repouso, 120 mm Hg, quando o coração está se contraindo (pressão sistólica) e 80 mm Hg, quando está na fase de relaxamento (pressão diastólica).

4.6.2.5 Durante exercício físico, o volume de sangue que o coração tem de bombear é várias vezes maior do que o necessário em situação de repouso. Isso é devido à demanda aumentada de oxigênio pelas fibras musculares que estão com o seu metabolismo aumentado e, também, para remover o gás carbônico (CO2) que está com sua concentração aumentada.

4.7 ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS CIRCULATÓRIAS NO MERGULHO

4.7.1 Com o aumento da pressão, nosso corpo já começa a sofrer alterações, ao entrar na água, ainda com a cabeça de fora, é possível sentir os efeitos da imersão sobre o organismo, pois o ar é respirado a uma pressão menor que a da água, que está em volta do corpo.

4.7.2 Essa diferença de pressão demanda um aumento do esforço realizado e é suficiente para deslocar sangue adicional ao tórax.

4.7.3 O aumento da pressão é captado pelos pressorreceptores e assim é transmitida uma informação ao hipotálamo, que a fim de aliviar a pressão interna do organismo, para a produção de enzimas antidiuréticas (ADH).

4.7.4 Sem a produção de ADH, o nosso corpo produz mais urina.

4.8 AÇÃO DA PRESSÃO NO APARELHO AUDITIVO

4.8.1 O aparelho auditivo é composto de ouvido externo, médio e interno. O ouvido externo é formado pelo pavilhão auricular e o conduto auditivo externo.

4.8.2 O pavilhão auricular coleta as ondassonoras e as dirige para o interior do conduto auditivo. Este possui glândulas especializadas na produção de cera que protegem o conduto e a membrana timpânica contra poeira, infecções e outros agentes externos.

4.8.3 O ouvido médio é uma cavidade contendo ar que se comunica com o meio exterior através da tuba auditiva (trompa de Eustáquio - nome antigo), que se abre na rinofaringe.

4.8.4 O ouvido externo é separado do ouvido médio pelo tímpano. As vibrações produzidas nesta delicada membrana pelas ondas sonoras são transmitidas através do ouvido médio por intermédio de uma cadeia de ossículos chamados martelo, bigorna e estribo.

4.8.5 Esses, por sua vez, transmitem as vibrações sonoras através da janela oval para a cóclea no ouvido interno. Terminações nervosas localizadas na cóclea conduzem estas informações ao cérebro.

4.8.6 Os canais semicirculares, localizados no ouvido interno contém em seu interior endolinfa, um tipo de líquido orgânico.

4.8.7 Estes canais, em número de três, estão dispostos perpendicularmente entre si, permitindo ao Sistema Nervoso Central (SNC) a correta identificação da posição do corpo em relação ao espaço a partir da análise do deslocamento da endolinfa dentro destes canais, deacordo com o movimento da cabeça.

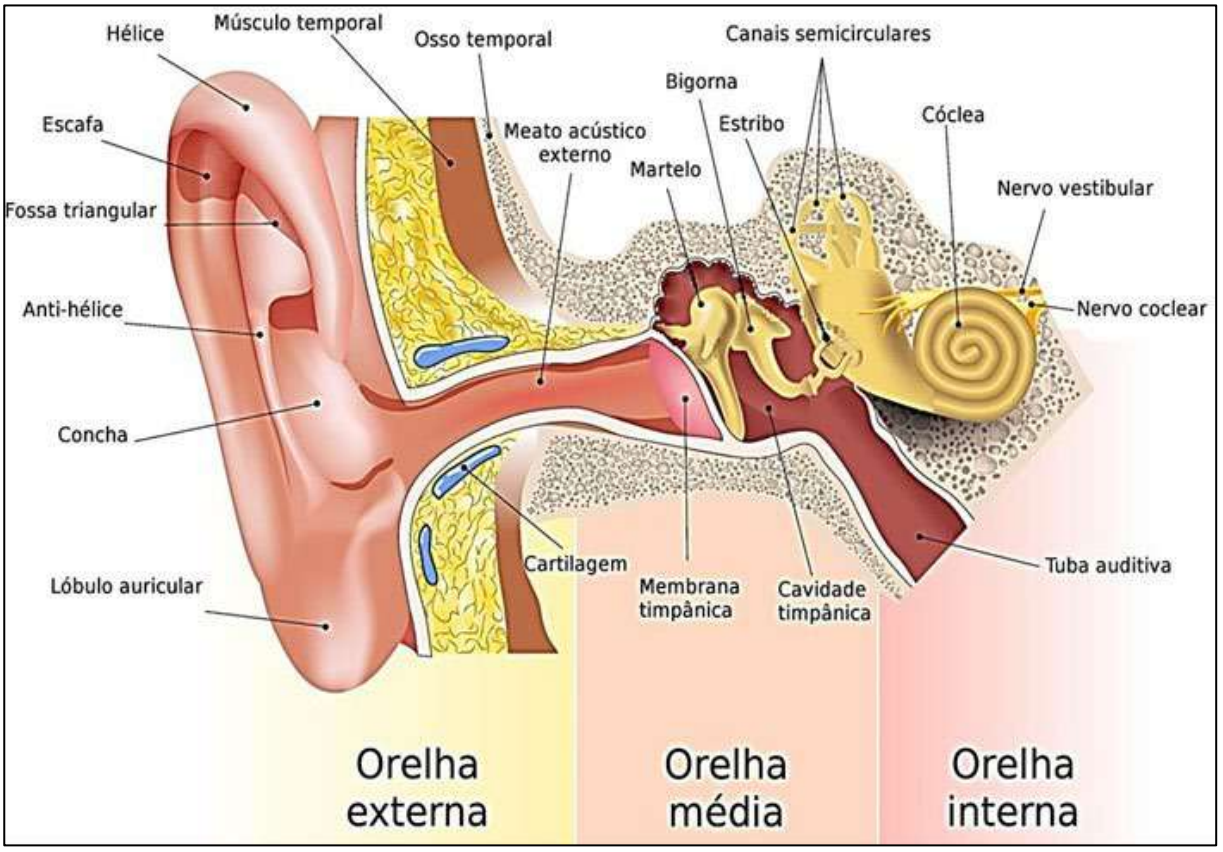


Fig 4.9 - Aparelho auditivo

4.9 OUTRAS ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS

4.9.1 TEMPERATURA E PERDA CALÓRICA

4.9.1.1 O corpo humano funciona efetivamente dentro de uma faixa relativamente estreita de temperatura interna, normalmente em torno de 37°C. Esta temperatura é mantida estável por determinados mecanismos fisiológicos, ajudados durante a atividade de mergulho por medidas artificiais, tais como o uso de roupas protetoras.

4.9.1.2 Com relação ao controle da temperatura corporal interna, o principal problema do mergulhador é se manter aquecido como vimos no capítulo anterior, a água possui uma condutividade térmica elevada e o mergulho em águas frias é mais frequente do que em águas quentes.

4.9.1.3 Mecanismos termorreguladores limitam a perda de calor pela redução do fluxo

sanguíneo para a pele, através de uma vasoconstrição cutânea automática induzida pelo frio. Motivo pelo qual perdemos boa parte da sensibilidade debaixo d'água.

4.9.1.4 O exercício físico normalmente aumenta a produção de calor e a temperatura corporal. Paradoxalmente, exercícios efetuados em águas frias podem promover uma queda da temperatura corporal devido a duas razões:

a) uma é o fato que o movimento dos braços agita a água próxima à pele, criando uma turbulência que facilita a dissipação do calor por convecção;
b) a outra razão é o aumento do fluxo sanguíneo para as extremidades a fim de se adequar às necessidades aumentadas do O2 pelos músculos, proporcionando uma perda de calor do sangue.

4.9.2 SEIOS DA FACE

4.9.2.1 O crânio é uma caixa rígida, feita de ossos chatos, que aloja e protege o cérebro e os órgãos dos sentidos. Os seios da face são cavidades cheias de ar, localizadas no osso frontal, ossos maxilares, ossos etmoidais e esfenoidais, tornando os ossos da face mais leves e dando ressonância à voz. Eles se comunicam com a parte posterior do nariz, através dos óstios sinusais,que permitem a equalização das pressões entre os seios da face e o meio externo (Fig 4.10).

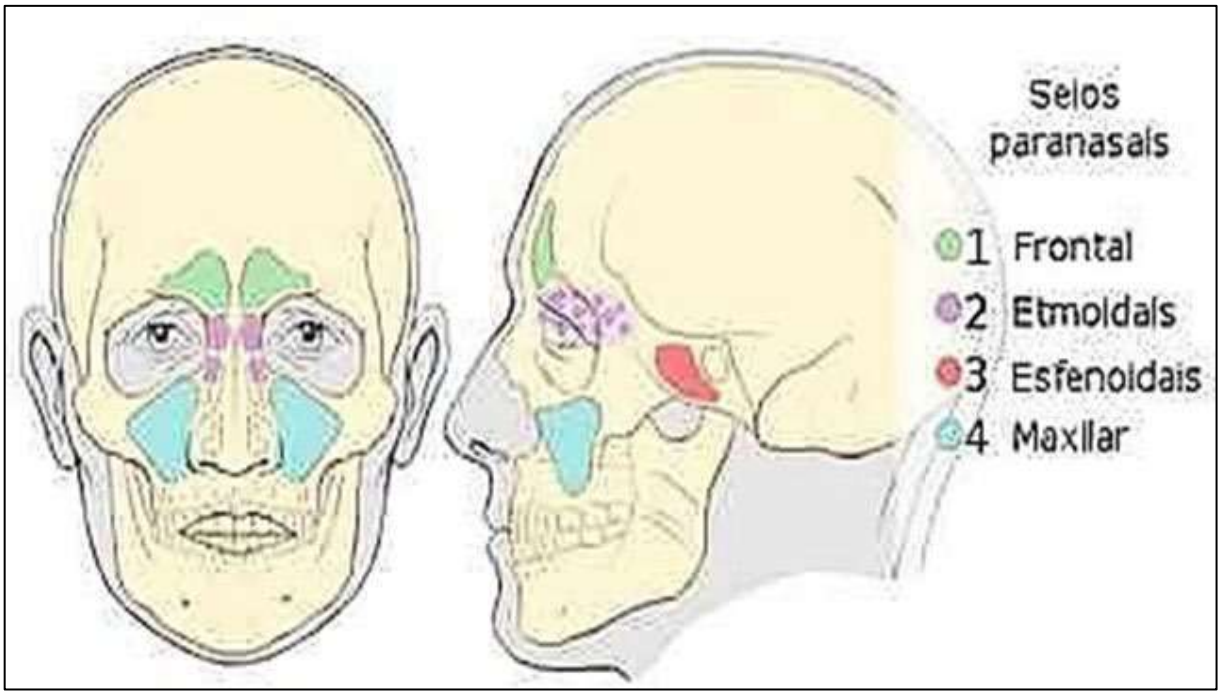


Fig 4.10 - Seios da face

4.9.2.2 Como vimos anteriormente, o mergulho inibe a produção do hormônio antidiurético (ADH). Com menos ADH o mergulhador urina mais. Isso também induz um quadro de desidratação discreta, além de alterações na composição do organismo de elementos minerais, tais como cálcio e potássio (distúrbios hidroeletrolíticos e metabólicos), favorecendo a ocorrência de câimbras.

4.9.2.3 Resumindo-se, de modo geral, a atividade de mergulho demanda grande gasto metabólico(fadiga física), potencializa a hipercapnia (maior produção e retenção de gás carbônico), a desidratação (perda líquida aumentada pela diurese e respiração), câimbras, a hipotermia (perda calórica maior), maior sobrecarga cardiocirculatória e respiratória (condição hiperbárica).

CAPÍTULO V

ACIDENTES DE MERGULHO

5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

5.1.1 Compreendem os acidentes relativos à própria atividade. Decorrente das variações de pressão e das alterações fisiológicas que o corpo humano sofre durante a atividade de mergulho, ao se submeter ao ambiente subaquático, estamos sujeitos a alguns riscos proporcionados também pelo ambiente.

5.1.2 Neste escopo, além de exceder certos limites do nosso organismo, algo que não ocorreria na superfície (estamos mais vulneráveis à ação dos gases), podemos também ser acometidos por danos originados pelos seres marinhos.

5.1.3 DESSA FORMA, OS ACIDENTES ESTÃO CLASSIFICADOS DA SEGUINTE MANEIRA:

a) os Causados por Efeito Direto da Pressão;
b) os Causados por Efeito Indireto da Pressão, esses subdivididos em
   - bioquímicos;
   - biofísicos; e
c) os acidentes ocasionados pelo Ambiente Subaquático.

5.2 CLASSIFICAÇÃO DOS ACIDENTES DE MERGULHO

5.2.1 CAUSADOS POR EFEITO DIRETO DA PRESSÃO:

- os barotraumas; e
- a síndrome da hiper expansão pulmonar.

5.2.2 CAUSADOS POR EFEITO INDIRETO DA PRESSÃO:

- os bioquímicos; e
- os biofísicos.

5.2.2.1 os Bioquímicos:

- as intoxicações por diversos gases; e
- o apagamento.

5.2.2.2 Os biofísicos:

- a doença descompressiva.

5.2.3 OS OCASIONADOS PELO MEIO AMBIENTE SUBMARINO:

- as lesões ocasionadas por seres marinhos perigosos ao homem;
- o afogamento; e
- os acidentes por efeito térmico.

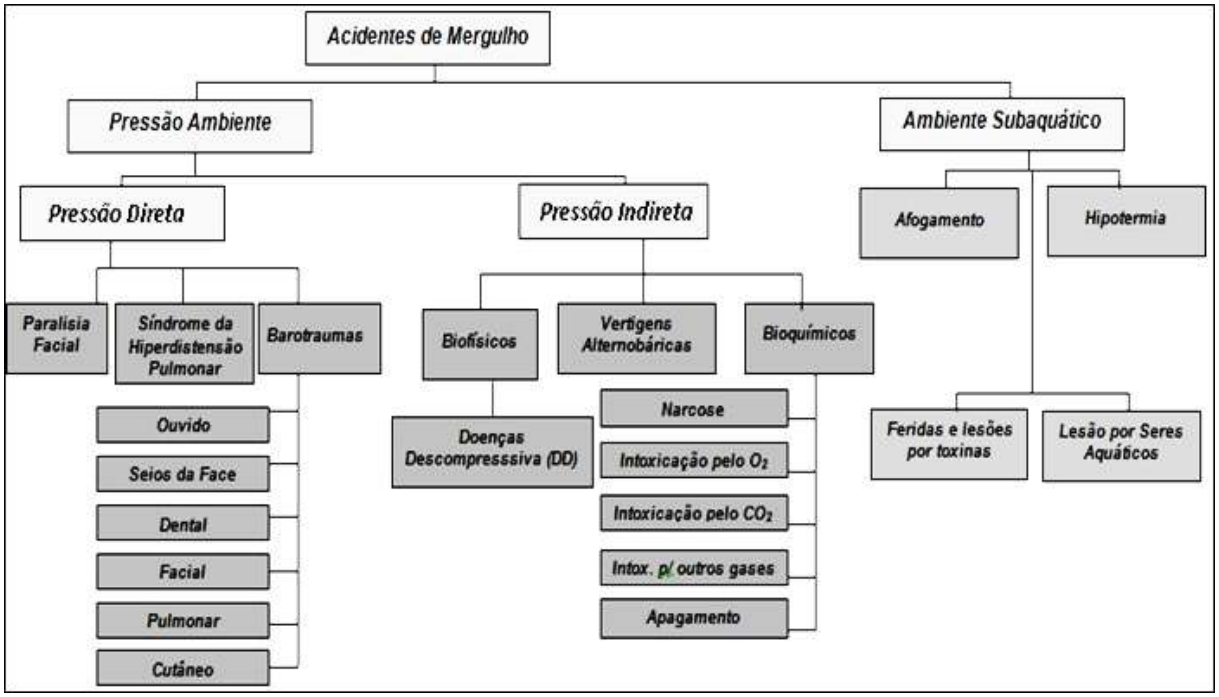


Fig 5.1 – Acidentes de Mergulho

5.3 ACIDENTES CAUSADOS PELO EFEITO DIRETO DA PRESSÃO

5.3.1 GENERALIDADES

5.3.1.1 Diretamente ligada à variação da pressão, estão os Barotraumas, que ocorrem em função da variação volumétrica (Lei de Boyle) do gás contido nos órgãos existentes no organismo, sem que haja possibilidade de equalização.

5.3.1.2 Uma variação mais brusca de pressão pode causar uma expansão rápida de volume dentro das vias aéreas do corpo, causando embolias traumáticas graves.

5.3.1.3 O aumento do volume do gás na cabeça, nas Tubas Auditivas ou nas vias aéreas podem causar graves lesões nos olhos e tímpanos.

5.3.1.4 Nos pulmões, o aumento do volume pode chegar a ponto de romper os alvéolos, de forma praticamente irreversível, fazendo com que o ar entre diretamente na corrente sanguínea, limitando a capacidade respiratória e causando uma série de falhas no organismo.

5.3.2 TIPOS DE BAROTRAUMAS:

- orelha externa;
- orelha média;
- orelha interna;
- sinusal (seios da face);
- dental;
- facial ou de máscara;
- pulmonar ou torácico;
- cutâneo; e
- corporal ou total.

5.3.2.1 Barotrauma de ouvido externo

5.3.2.1.1 Ocorre quando acontece a obstrução do ouvido externo por tampões de borracha, cerúmen, capuzes muito justos (ou de fabricação não indicada para mergulho), que vão ocasionar um desequilíbrio de pressões.

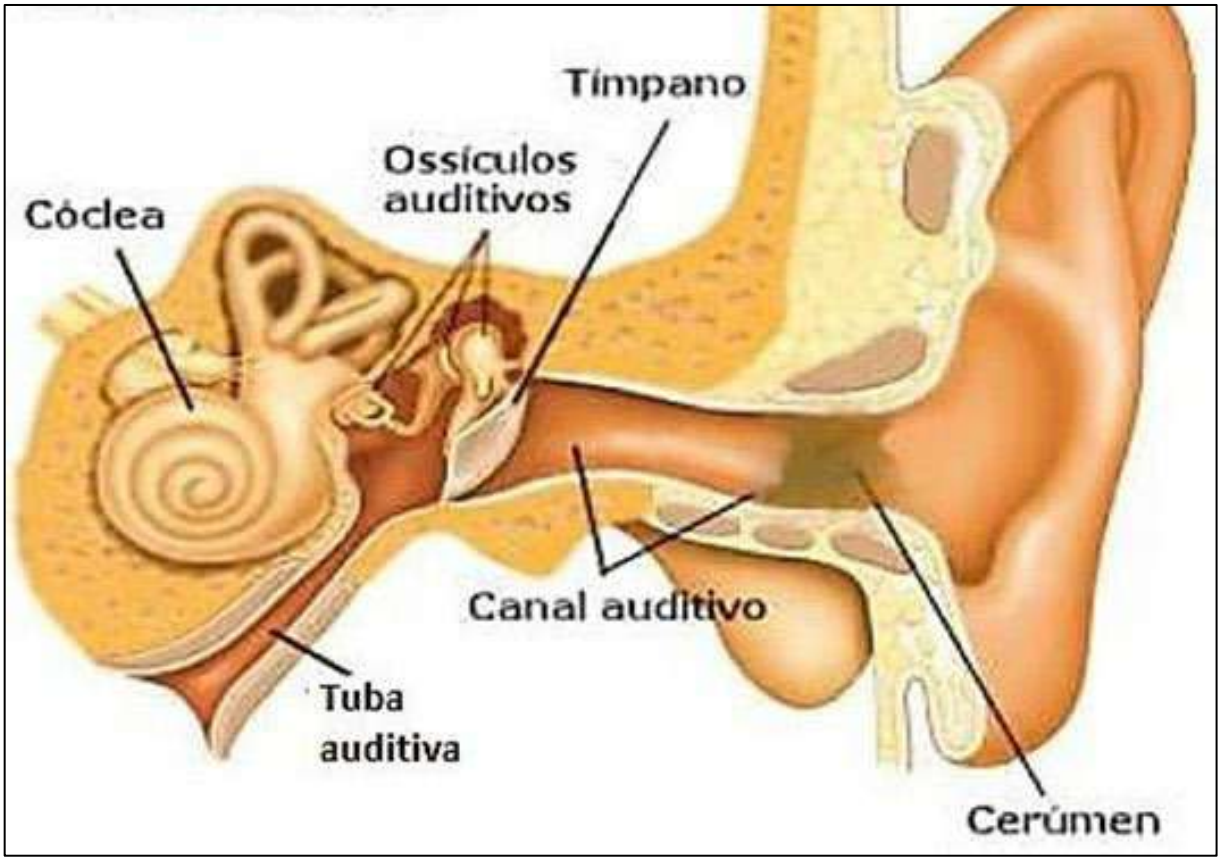


Fig 5.2 - Anatomia da orelha com cerúmen

5.3.2.1.2 Sintomas:

- dor no conduto auditivo;
- edema do conduto;
- hiperemia do conduto;

- hematomas no conduto;
- hemorragia no conduto; e
- ruptura de membrana timpânica.

5.3.2.1.3 Tratamento e Profilaxia:

- interromper o mergulho;
- curativos secos;
- analgésicos; e
- retirada de cerúmen por pessoal qualificado.

5.3.2.2 Barotrauma de ouvido médio

5.3.2.2.1 Os ouvidos possuem uma região atrás do tímpano, chamada de ouvido médio (orelha média), que está cheia de ar para funcionar como uma caixa acústica, com espaço para a vibração da membrana do tímpano.

5.3.2.2.2 Justamente por ser recheada de ar, esta região é vulnerável à variação de pressão.

5.3.2.2.3 À medida que o mergulhador afunda, a pressão da água aumenta e empurra o tímpano para dentro, provocando dor; se o mergulhador não tomar nenhuma atitude, o tímpano poderá se romper, causando barotrauma do ouvido médio.

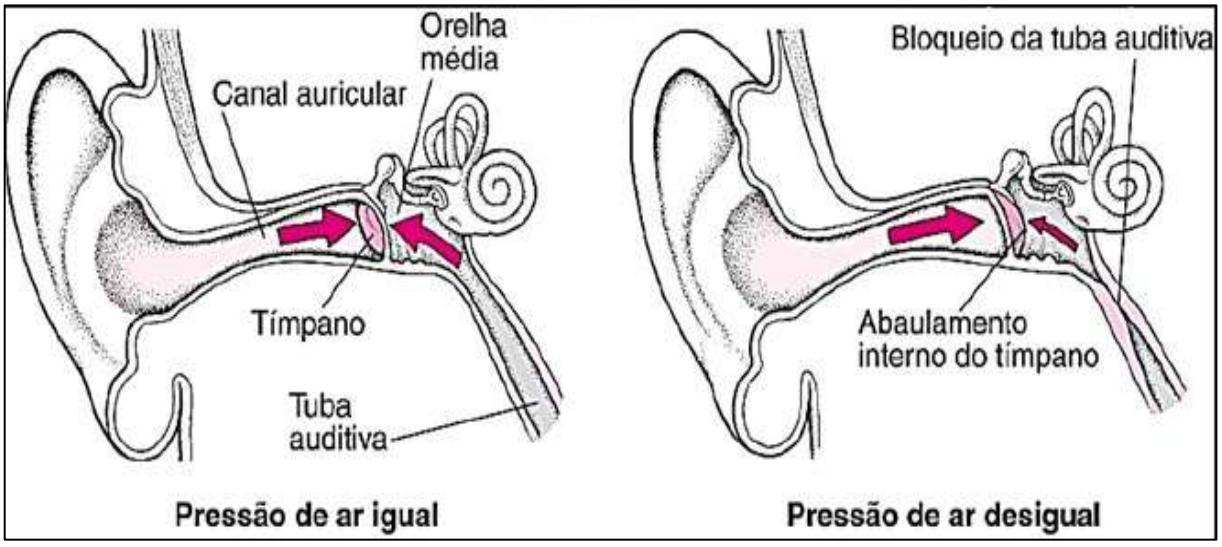


Fig 5.4 - Barotrauma de Orelha Média

5.3.2.2.4 Para evitar esse tipo de acidente, o mergulhador realiza Manobra de Valsalva, assim chamada por ter sido descrita por um fisiologista italiano com esse nome:

- pinça-se o nariz com dois dedos,
- mantém-se a boca fechada e expira-se com um pouco de força.

5.3.2.2.5 Sem opção de saída, o ar caminha pela tuba auditiva, canal membranoso que liga o ouvido à garganta e chega ao ouvido médio, preenchendo a cavidade e igualando

a pressão de dentro com a de fora.

5.3.2.2.6 Caso a operação seja mal feita o tímpano pode se romper, o que só uma delicada cirurgia resolve.

5.3.2.2.7 O excesso de pressão, sem a equalização apropriada, será seguido de dor e aumentando a pressão, nos casos mais graves, a ruptura do tímpano.

5.3.2.2.8 Ocorrendo a ruptura do tímpano, haverá contato da água com a janela oval e os canais semicirculares no ouvido interno, essa ação provocará a perda do sentido de equilíbrio e consequente desorientação do mergulhador.

5.3.2.2.9 Outra situação que pode provocar a ruptura de tímpano é uma pressão exagerada na tentativa de equalização.

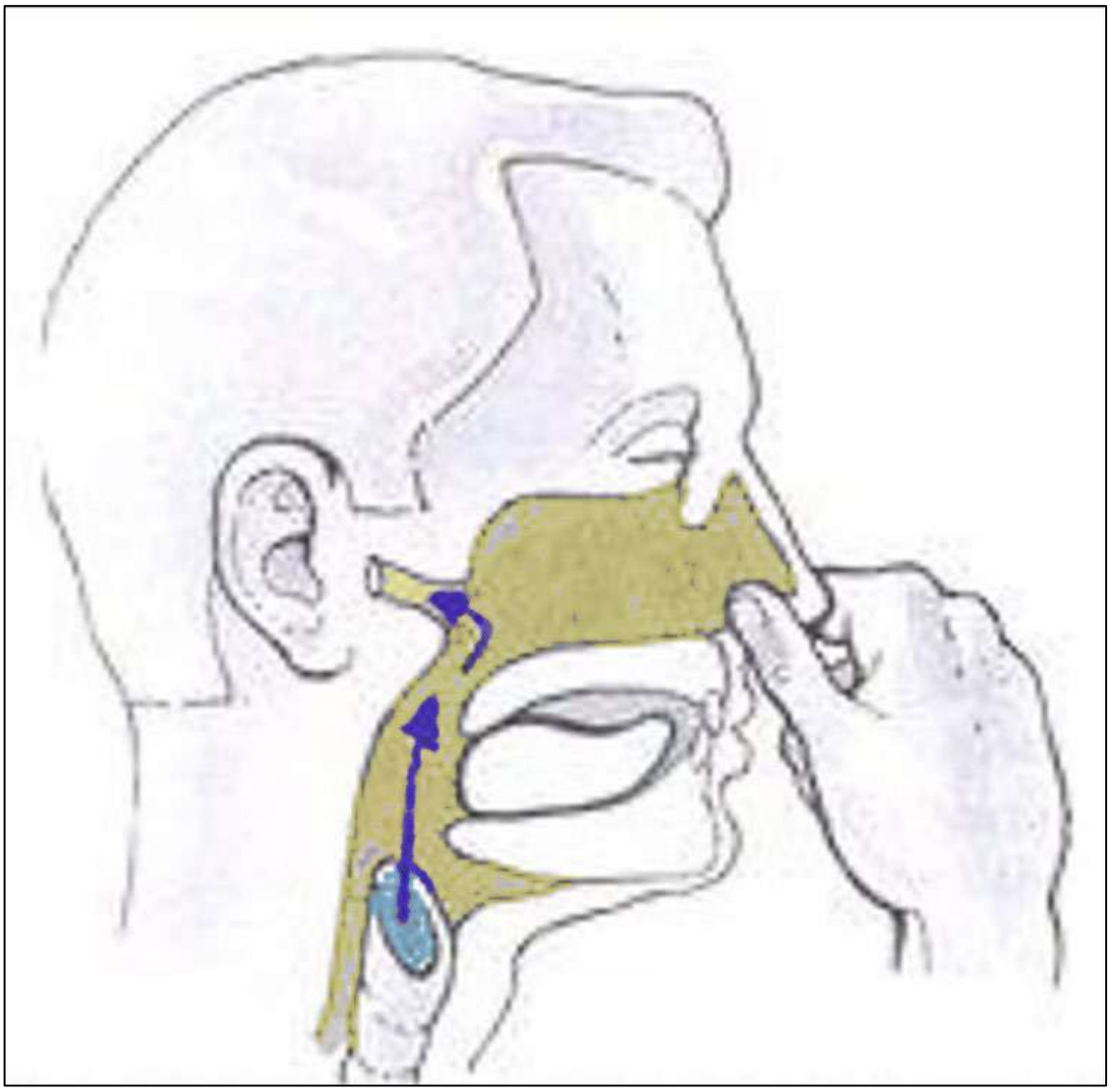


Fig 5.3 – Manobra de Valsalva

5.3.2.2.10 Cabe ressaltar que a desorientação espacial favorece o risco de morte do mergulhador por afogamento devido à dificuldade de retorno a superfície.

5.3.2.2.11 Sintomas:

– diminuição da audição,
– aumento da sensibilidade e dor,
– secreção nasal sanguínea lenta em caso de ruptura timpânica, seguido de desorientação.

5.3.2.2.12 Tratamento:

– curativos secos para proteção, suspensão das atividades de mergulho por tempo variável, dependendo da gravidade do acidente (nos casos leves e moderados 2 a 15 dias; e
– nos casos graves acompanhados de ruptura timpânica 1 a 3 meses), cirurgia (se for o caso).

5.3.2.3 Barotrauma sinusal (seios da face)

5.3.2.3.1 Os ossos do crânio possuem cavidades naturais denominadas seios (cavidades) da face ou seios sinusais.

5.3.2.3.2 São divididos em quatro pares:

– os seios frontais,
– os etmoidais,
– os maxilares e
– os esfenoidais.

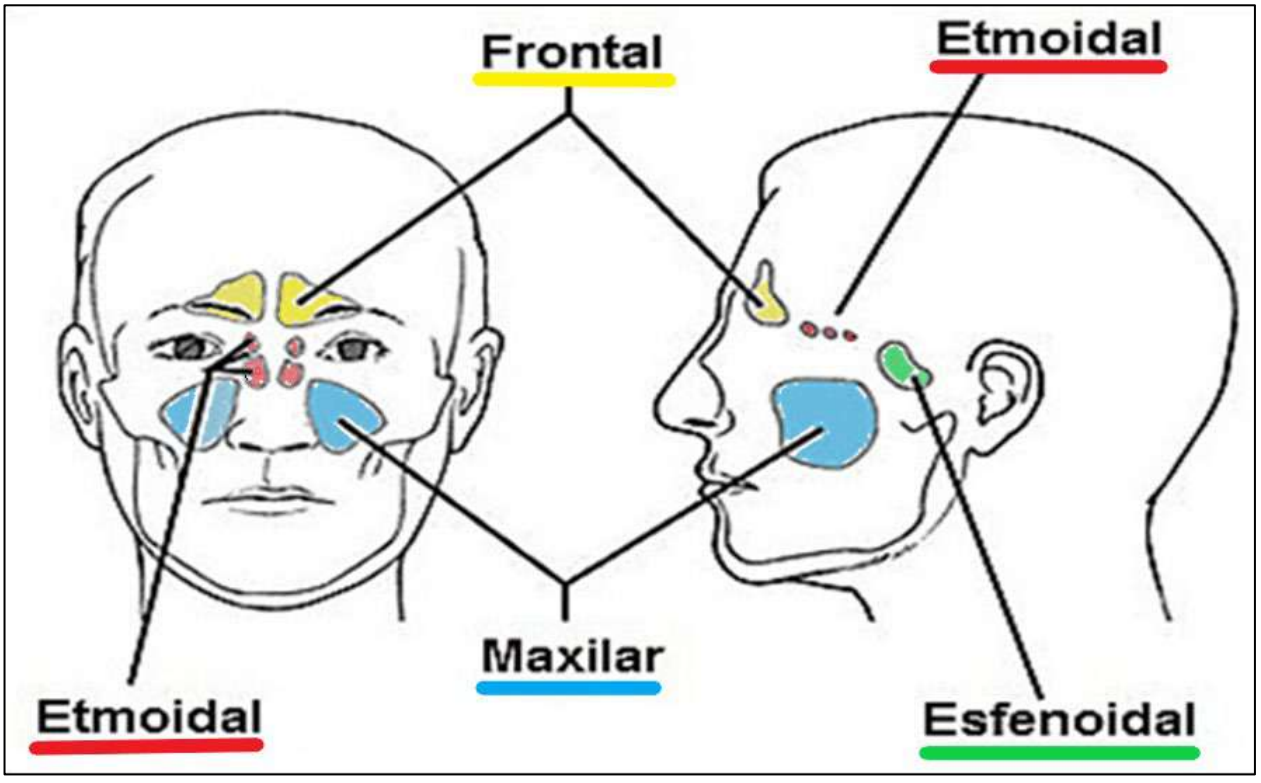


Fig 5.5 - Seios da face

5.3.2.3.3 Estas cavidades aéreas dos ossos do crânio também devem ser compensadas quando ocorre variação de pressão. Existem comunicações entre seu interior e a nasofaringe.

5.3.2.3.4 Caso estejam obstruídas (por secreção), poderá haver dificuldade em equalizar a pressão em seu interior quando a pressão externa variar, provocando dores locais e mesmo hemorragias (Fig 5.5).

5.3.2.3.5 Um barotrauma sinusal mal tratado pode evoluir para uma sinusite crônica.

5.3.2.3.6 Sintomas:

– Sangramento nasal, dor na região do seio da face acometido.

5.3.2.3.7 Tratamento:

– Afastamento da atividade de mergulho, compressas de gelo, uso de descongestionantes e de analgésicos (conforme recomendação médica) e inalação de vapor d'água.

5.3.2.4 Barotrauma Dental

5.3.2.4.1 O barotrauma dental acontece, em geral, em dente já obturado, no qual incide uma infiltração com consequente formação de cavidade contendo ar.

Fig 5.6 - Barotrauma dental

5.3.2.4.2 Na descida, não havendo equalização entre a pressão do ar existente no interior do dente e a pressão externa crescente, ocorre o barotrauma.

5.3.2.4.3 Sintomas:

– Dor na região do dente acometido.

5.2.2.6.1 Tratamento:

– Obturar o dente que apresenta problemas.

5.3.2.5 Barotrauma de Máscara

5.3.2.5.1 Durante a descida, o mergulhador, utilizando máscara de mergulho, terá de compensar a diminuição do volume de ar exalando pelo nariz.

5.3.2.5.2 A não realização deste procedimento ocasionará o barotrauma facial, pois a compressão máxima do ar dentro da máscara acarretará a sucção da pele e da mucosa, geralmente dos olhos.

5.3.2.5.3 Sintomas:

– Hemorragia conjuntival, edema e equimose periorbital.

Fig 5.7 – Equimose orbital

5.3.2.5.4 Tratamento:

– Compressas frias, tratamento especializado, conduzido por oftalmologista, nos casos mais graves.

5.3.2.6 Barotrauma Cutâneo

5.3.2.6.1 Ocorre quando da utilização de roupa seca, causado pela omissão da equalização do traje.

- Como visto nos exemplos anteriores, a compressão do gás cria uma força negativa que realiza uma sucção no tecido da pele, produzindo lesões cutâneas nestes locais.

5.3.2.6.2 Sintomas:

– Equimose na região afetada.

5.3.2.6.3 Tratamento:

– Utilização de compressas de gelo.

5.3.2.7 Síndrome da Hiperdistensão Pulmonar (SHP)

5.3.2.7.1 Este acidente acontece quando o mergulhador está respirando ar comprimido, ou outra mistura gasosa, sob pressão em uma determinada profundidade e sobe sem exalar.

5.3.2.7.2 Esse gás, contido no aparelho respiratório, obedecendo à Lei de Boyle, vai se expandindo à medida que a pressão ambiente diminui, ocasionando a distensão dos tecidos ou até mesmo a ruptura dos alvéolos.

5.3.2.7.3 O gás pode desencadear uma série de barotraumas de acordo com o local acometido, como por exemplo, **Embolia Traumática pelo Gás (ETG).**

5.3.2.7.4 O ETG ocorre quando os alvéolos e os capilares pulmonares se rompem, introduzindo ar na corrente sanguínea.

– As bolhas podem se dirigir para qualquer lugar e bloquear o fluxo sanguíneo, inclusive acometer o sistema nervoso.

5.3.2.7.5 Os sinais e os sintomas deste caso são muito parecidos com os de um acidente vascular cerebral grave.

5.3.2.7.6 Bolhas de gás podem desencadear uma série de efeitos e originar acidentes no corpo dependendo do local acometido e do volume.

5.3.2.7.7 Se as bolhas do gás passarem para a pleura, o pneumotórax irá se formar, resultando em pneumomediastino no espaço mediastinal. Caso essas bolhas subam até a região do pescoço e da pele, acarretará em enfisema subcutâneo.

5.3.2.7.8 Causas:

– Devido a uma subida descontrolada e ao rompimento dos alvéolos pela formação de bolhas que se expandem e se acumulam;
– Podem bloquear a circulação de vasos pequenos causando hipóxia; e

– Danos e sintomas dependem do local e da extensão do bloqueio; o mergulhador pode sentir desde o desconforto até dores agudas.

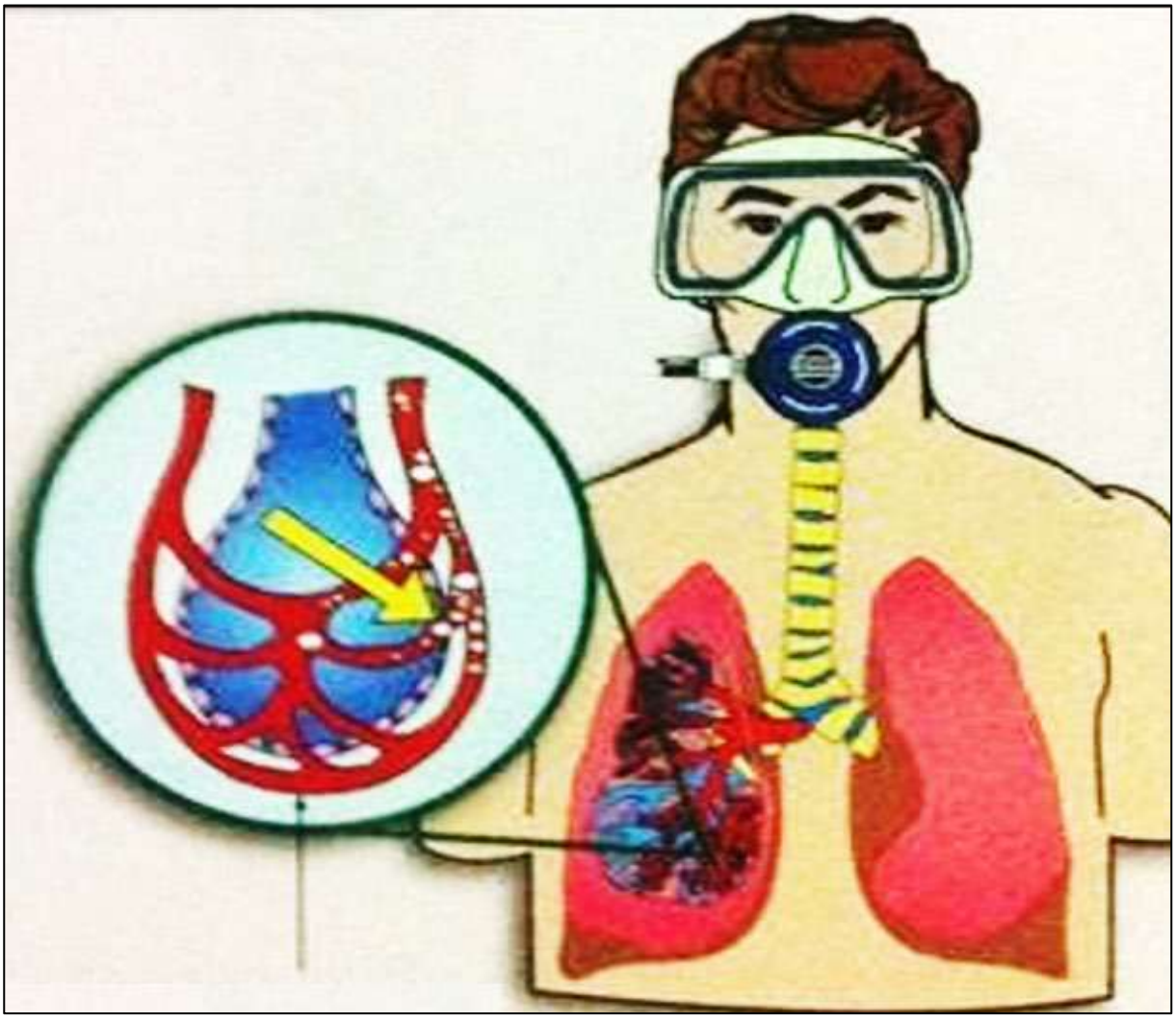


Fig 5.8 - Alvéolos pulmonares

5.3.2.7.9 Diagnósticos:

– os sintomas normalmente surgem nos primeiros 10 minutos;
– início súbito e imediato;
– comprometimento pulmonar; e
– pode acometer o sistema neurológico alto e coronariano.

5.3.2.7.10 Prevenção:

– O Merg deve sempre exalar durante a subida e nunca prender a respiração.

5.3.2.7.11 Tratamento:

– reanimação cardiopulmonar (RCP) se necessário;
– evacuação hospitalar imediata; se precisar transportar para uma câmara, fazê-lo

deitado e administrar O2 a 100% em máscara facial; e
- fazer exame neurológico para preservação do Sistema Nervoso Central (SNC).

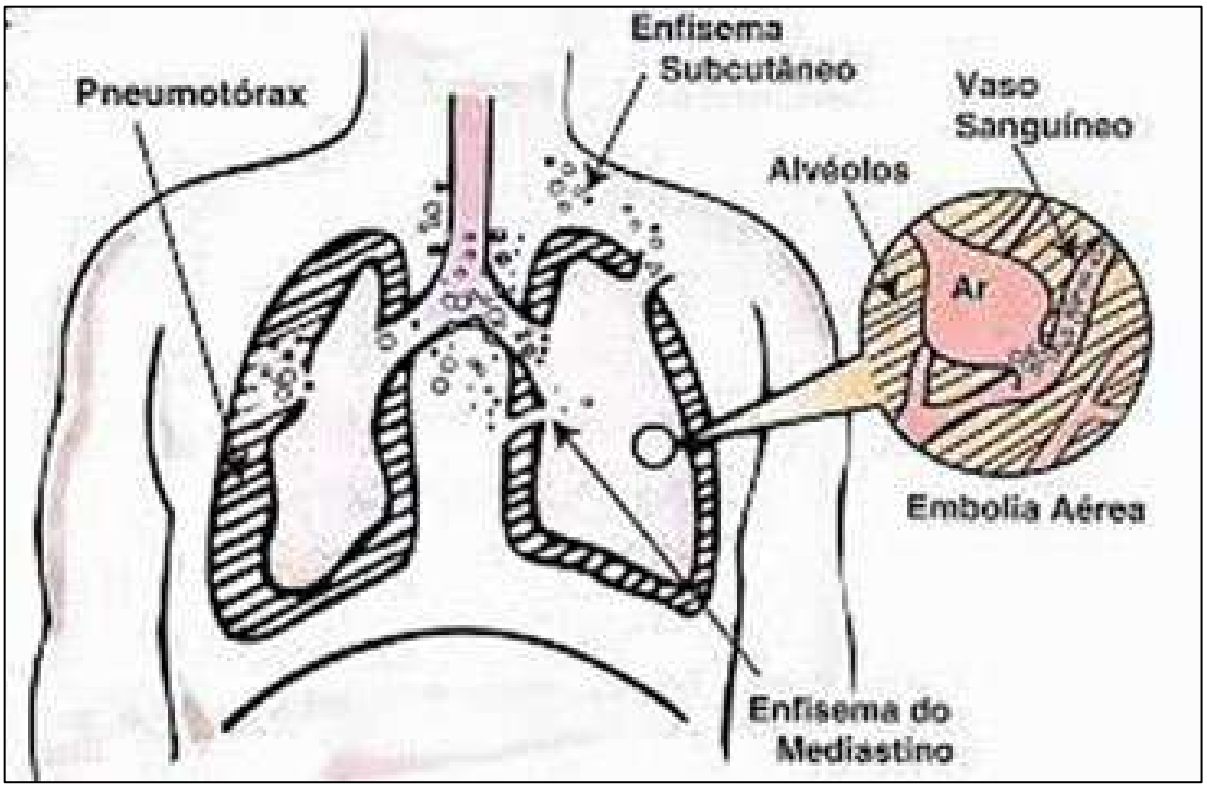


Fig 5.9 – Evolução SHP

5.3.2.7.12 Paralisia Facial

a) Em um pequeno número de indivíduos, o nervo facial, quando atravessa o osso temporal, está exposto à pressão existente no ouvido médio.
b) Se o mergulhador, com estas características, apresentar dificuldades de equalizar na subida, irá comprometer a vascularização do nervo facial pelo aumento da pressão dentro do ouvido médio, o que resultará numa paralisia facial.
c) Sintomas:
- paralisia facial com melhora espontânea.

d) Tratamento:
- tratar causa base.

5.3.2.7.13 Vertigem Alternobárica

a) A vertigem alternobárica ocorre em mergulhadores que apresentam dificuldade para compensar.
b) A vertigem acontece mais comumente durante a subida quando um ouvido se equaliza mais rápido do que o outro.
c) Sintomas:
- de curta duração, possível náusea.

d) Tratamento:
- não há, a remissão do quadro clínico é espontânea, mas é importante o mergulhador manter a calma caso ocorra.

5.4 ACIDENTES CAUSADOS PELO EFEITO INDIRETO DA PRESSÃO

5.4.1 NARCOSE PELO NITROGÊNIO (N2)

5.4.1.1 Considerações iniciais

5.4.1.1.1 O nitrogênio, gás inerte que faz parte da composição do ar, produz, quando inalado sob pressão, um efeito narcótico anestésico, traduzido por um conjunto de sinais e sintomas similares à intoxicação causado pelo álcool (embriaguez alcoólica).

5.4.1.1.2 É maior a ocorrência da narcose na faixa dos 30 aos 50 m de profundidade, variando de acordo com a susceptibilidade individual.

5.4.1.1.3 Fatores predisponentes: retenção de CO2, ingestão prévia de álcool e cansaço excessivo.

5.4.1.2 Sintomas:

- euforia;
- sensação de bem estar e autoconfiança;
- sensação de leveza na cabeça;
- dormência periférica;
- reflexos diminuídos;
- prejuízo no julgamento de decisões;
- perda da memória;
- progressiva depressão sensorial;
- alucinações; e
- inconsciência nos casos mais graves.

Obs: estes sintomas se instalam rapidamente, assim que o mergulhador chega à profundidade na qual apresenta a sintomatologia.

- Existe, até certo ponto, aclimatação ao quadro clínico, com diminuição da interferência na capacidade laborativa em médio prazo.

5.4.1.3 Tratamento:

- A reversão de um quadro de Narcose é instantânea, sem sintomas residuais (“ressaca”) quando o mergulhador, ao diminuir a profundidade do mergulho, diminui a pressão parcial do nitrogênio respirado.

5.4.2 INTOXICAÇÕES PELO OXIGÊNIO (O2)

5.4.2.1 Considerações iniciais

5.4.2.1.1 Apesar da importância do O2, que é metabolizado pelo nosso corpo para produção de energia, quando em uma pressão elevada, acima da capacidade do organismo, o O2 começa a afetar o SNC e o aparelho respiratório.

5.4.2.1.2 O oxigênio do ar, na superfície, está com uma pressão parcial de

aproximadamente 0.2 ATA.

5.4.2.1.3 Os sintomas de Intoxicação Neurológica se dão quando o mergulhador respira o oxigênio com uma pressão parcial (PP) superior a 1,6 ATA. No entanto, com treinamento e utilizando misturas especiais, pode ser tolerável.

5.4.2.1.4 A ocorrência de intoxicação quando se emprega o O2 a esta pressão, mais comumente visto quando o O2 é utilizado acima de 2,5 a 3 ATA.

5.4.2.1.5 Neste caso (alta exposição), além de conhecimento especializado, faz-se necessário o emprego de tabelas de mergulho próprias, a qual será tratada em capítulos específicos.

5.4.2.2 Sintomas:

– Na forma neurológica da intoxicação pelo O2, é possível observar sinais que são memorizados através do emprego mnemônico, **VANTIT FC**.

Visão: visão em túnel, brilhos e sombreado
Audição: zumbidos nos ouvidos
Náuseas: vomitando
Tontura: vertigem
Irritabilidade ou euforia
Tremores: lábios e músculos faciais
Formigamento: coceiras
Convulsões

Tab. 5.1 - Sintomas de intoxicação por O2

– Não necessariamente o mergulhador apresentará todos os sintomas, podendo apresentar convulsões como único sintoma de intoxicação do SNC pelo O2.

5.4.2.3 Tratamento:

– Reduzir a pressão parcial deste gás na mistura respiratória utilizada.
– No caso de o O2 estar sendo administrado através de máscara, durante um tratamento hiperbárico, deve-se retirá-la imediatamente do rosto do paciente, que passa a respirar O2 em uma pressão parcial muito inferior a anteriormente utilizada.
– Na forma neurológica isto é o suficiente para que os sintomas cessem em 1 a 2 min.

5.4.3 INTOXICAÇÃO PELO CO2 (HIPERCAPNIA)

5.4.3.1 Na atividade de mergulho utilizando ar ou outra mistura respiratória sob pressão, a realização de exercícios físicos, com aumento da produção de CO2, e a dificuldade de sua eliminação, em virtude da resistência oferecida pelo equipamento, que fornece o gás respirado, existe uma predisposição à intoxicação pelo CO2.

5.4.3.2 No mergulho autônomo, uma manobra perigosa utilizada para aumentar a

autonomia do cilindro e, consequentemente, o tempo de mergulho é a hipoventilação voluntária, que consiste num esforço voluntário para reduzir a ventilação. Essa conduta aumenta a possibilidade de intoxicação pelo CO2.

5.4.3.3 Sintomas:

– Respiração curta e acelerada, sensação de sufocamento, taquicardia, salivação excessiva, cefaleia leve à moderada, tonteira, sudorese, progressiva confusão mental, perda da consciência.

5.4.3.4 Tratamento:

– Abortar o mergulho, respirar ar puro. No emprego de equipamento de circuito fechado, passar para circuito aberto.
– Os sintomas regridem rapidamente com a normalização da PP CO2 sanguínea, podendo perdurar a cefaleia, a tonteira e a hipotensão, que devem ser tratadas sintomaticamente.

5.4.4 INTOXICAÇÃO POR MONÓXIDO DE CARBONO (CO) E GÁS SULFÍDRICO (H2S)

5.4.4.1 O CO e o H2S são gases insípidos, inodoros e incolores, exceto pelo fato do gás sulfídrico, que em baixas concentrações, apresenta odor de ovo podre.

5.4.4.2 As moléculas destes gases combinam-se de modo irreversível com a hemoglobina existente nos glóbulos vermelhos, impedindo o transporte do oxigênio por estas células, produzindo um quadro clínico de anemia.

5.4.4.3 Fontes de CO e H2S na atividade de mergulho: o CO se origina de queima de gasolina ou de óleos nos motores de combustão, o que contamina o ar que está sendo aspirado pelo compressor. O H2S é originário da decomposição orgânica e se acumula em bolsões de gás em ambientes de teto (cavernas e naufrágios).

5.4.4.4 Sintomas:

– Cefaleia, principalmente na região temporal, náusea, falta de ar, confusão mental, hipóxia, inconsciência e morte.

5.4.4.5 Tratamento:

– O tratamento nos casos graves é de suporte de vida, no qual entre outras medidas, se garante uma adequada ventilação do acidentado.
– Pacientes com intoxicação leve pelo CO e H2S, apresentando somente cefaleia, são tratados com administração de O2 a 1 ATA.

5.4.4.6 Formas de evitar:

– A contaminação pelo CO pode ser evitada ao mergulhar com cilindros recarregados em locais de boa procedência e especializados em mergulho.
– A contaminação pelo H2S, evitar respirar em bolsões de ar durante o mergulho.

5.4.6 HIPÓXIA (APAGAMENTO)

5.4.6.1 Considerações iniciais

5.4.6.1.1 O apagamento é o acidente que conduz ao maior número de mortes nas atividades de mergulho, quando se inclui o mergulho livre nesta atividade.

- Nada mais é do que a perda da consciência debaixo d'água, conduzindo a morte por afogamento.
- Para entender este acidente, é necessário rever a fisiologia do controle de respiração.

5.4.6.1.2 Existe, normalmente, uma correspondência inversa entre CO2 e O2 sanguíneo, de maneira que, a uma PPCO2 elevada corresponde uma PPO2 baixa e vice-versa.

5.4.6.1.3 Quando a PPCO2 aumenta no sangue, à custa do processo metabólico normal, o centro respiratório, localizado no bulbo (na base do crânio), determina a contração de determinados músculos, principalmente do diafragma, o que promove o alargamento da caixa torácica.

5.4.6.1.4 O aumento do volume pulmonar produz uma aspiração de ar ambiente (inspiração), que terá como resultado a oxigenação sanguínea, com concomitante eliminação do CO2 do sangue, através dos alvéolos pulmonares e trato respiratório, na expiração.

5.4.6.2 O Apagamento no Mergulho Livre Ocorre em Duas Situações:

5.4.6.2.1 Na primeira, o mergulhador executa manobras de hiperventilação, convicto que está aumentando a oxigenação do sangue.

5.4.6.2.2 Na verdade, a série de rápidas e curtas inspirações e expirações conduz a uma baixa acentuada da PPCO2 sanguínea, sem o equivalente aumento da PPO2 no sangue.

5.4.6.2.3 Com isso, à correspondência inversa entre esses dois gases é alterada; o mergulho é iniciado com uma PPCO2 a seguir da mínima PPCO2 observada ao cabo de uma única inspiração profunda, seguida da apneia propriamente dita.

5.4.6.2.4 Isso permitirá ao mergulhador um tempo maior de permanência no fundo, até o instante em que a PPCO2 elevada estimulará o centro respiratório, induzindo à ativação da respiração e proporcionando a sensação de mal estar e ansiedade, própria da apneia demorada.

5.4.6.2.5 Neste ponto o O2 terá sido consumido a um ponto crítico e, à medida que o mergulhador retorna a superfície, observar-se-á uma redução da PPO2 acelerada, proporcional à rápida redução da pressão circundante.

5.4.6.2.6 O mergulhador sofrerá uma hipóxia cerebral aguda, incompatível com a manutenção da consciência, vindo a apagar.

5.4.6.2.7 O segundo mecanismo de apagamento relaciona-se com indivíduos que possuem larga experiência em mergulho livre, normalmente praticantes de caça submarina que, altamente motivados para prolongar sua permanência debaixo d'água, como ocorre comumente durante sua participação em campeonatos de caça submarina, postergam ao máximo o momento de interromper o mergulho e retornar a superfície.

5.4.6.2.8 Nesta situação, o consumo de O2 pelo organismo, a seguir do ponto necessário para manter-se o nível da consciência, determinará o apagamento.

5.4.6.3 Tratamento:

– O apagamento simples, não seguido de afogamento, é revertido quando o mergulhador é retirado prontamente da água e passa a respirar ar puro. Em casos de afogamento, será mais complexo.

5.4.7 DOENÇA DESCOMPRESSIVA (DD)

5.4.7.1 A causa primária é a formação de bolhas dentro dos tecidos e dos vasos sanguíneos, provocada por uma descompressão inadequada para o mergulho realizado.

5.4.7.2 O crescimento destas bolhas dentro dos vasos sanguíneos bloqueará o fornecimento de ar para a região suprida pelo vaso em questão, a qual sofrerá danos irreversíveis dependendo da gravidade e do tratamento da doença.

5.4.7.3 Pela lei de Henry, com o aumento da pressão mais gás, será dissolvido na corrente sanguínea até que seja encontrado o equilíbrio (saturação).

5.4.7.4 Ao diminuir a profundidade, ou seja, no deslocamento de retorno a superfície, esse gás irá experimentar a diminuição da pressão e aumentará de volume.

- Se esse aumento de volume for lento o suficiente, o gás dissolvido no sangue será expelido naturalmente quando este passar pelos pulmões.

5.4.7.5 Se o deslocamento de subida for muito rápido, esse gás dissolvido no organismo se tornará uma bolha e, dependendo do lugar onde essa bolha se formar, as consequências podem ser catastróficas.

5.4.7.6 Bolhas nas articulações podem causar dores, na pele podem causar vermelhidão e coceira.

5.4.7.7 Quadros mais graves de doenças descompressivas podem chegar a apresentar bolhas trafegando pela corrente sanguínea podendo atingir órgãos vitais como o cérebro.

5.4.7.8 Sintomas

5.4.7.8.1 Os sintomas podem aparecer antes de o mergulhador chegar à superfície, no entanto cerca de metade dos casos aparece dentro de uma hora, podendo alguns casos variar entre 24 horas e 36 horas após o mergulho.

5.4.7.8.2 São divididos em sintomas de DD leve ou tipo 1 e DD grave ou tipo 2.

DD leve ou tipo 1	Dor nos ossos ou articulações
	Cansaço excessivo para o esforço realizado no fundo
	Coceira na pele
	Ínguas
DD grave ou tipo 2	Forma neurológica (alta ou baixa)
	Forma cardiovascular
	Forma pulmonar
	Choque
	Qualquer manifestação do tipo 1 que apareça antes domergulhador chegar à superfície

Tab. 5.2 - Gravidade de Doenças Descompressivas

5.4.7.9 Sintomas de DD Leve ou Tipo I:

– Apresenta sintomas que não são considerados letais imediatamente ou que possam causar incapacidades físicas diretas de longa duração.

5.4.7.9.1 Dor osteoarticular:

– Manifestação mais frequente, localizada geralmente em membros superiores e inferiores, ombro ou quadril.
– A dor aumenta gradativamente até ficar em níveis insuportáveis.
– Tratamento com analgésico e relaxantes musculares.
– O mergulhador só estará tratando a dor e não a causa real da doença (embolia).
– Por isso, é muito importante o tratamento usando câmara de descompressão.

5.4.7.9.2 Cansaço anormal para o trabalho realizado durante o mergulho que cessa, em geral, após algumas horas de descanso.

– É atribuído a pequenas bolhas na glândula suprarrenal.

5.4.7.9.3 Coceira:

– Comum em mergulhos fundos e rápidos.
– Causada pela liberação do Nitrogênio diretamente através da pele para o meio ambiente.

5.4.7.9.4 Ínguas:

– Cor e inchação dos gânglios linfáticos, causada pela absorção das bolhas.

5.4.7.10 Sintomas de DD Grave ou Tipo II:

– Qualquer DD com sinais e sintomas graves que possam ser letais ou debilitantes.

5.4.7.11 Forma Neurológica: pode apresentar-se de duas formas.

NEUROLÓGICA ALTA (Cérebro)	Distúrbios de consciência
	Náuseas e vômitos
	Fortes dores de cabeça
	Vertigens
	Distúrbios visuais
	Crises convulsivas
	Formigamento ou paralisia dos membros
NEUROLÓGICA BAIXA (Medula espinhal)	Formigamento que evolui para paralisia e perda de sensibilidade dos membros inferiores
	Dificuldade em andar
	Dificuldade em urinar
	Impotência sexual

Tab. 5.3 – DD forma neurológica

5.4.6.1 Tratamento e Primeiros Socorros

5.4.5.9.1 Os primeiros socorros para a DD incluem administrar oxigênio a 100% horizontalizado para um mergulhador que esteja respirando normalmente, e ventilações de socorro/RCP para um Merg que não respira.

5.4.5.9.2 Monitorar as vias aéreas, a respiração e a circulação do Merg.

5.4.5.9.3 Transportar o paciente, mitigar os efeitos, tratar a causa e as consequências. Os dois primeiros procedimentos deverão ser realizados pelos presentes até a chegada de um médico hiperbárico. O último será realizado pelo profissional médico citado.

5.4.5.9.4 O tratamento da causa básica da DD é realizado em câmara de descompressão, tem como finalidade diminuir e dissolver as bolhas. Quanto mais rápido for dado início a esta fase, melhor o prognóstico do paciente.

5.4.5.9.5 O tratamento da consequência será realizado em hospitais, clínicas de reabilitação etc, com supervisão de um médico hiperbárico.

5.4.6.2 Profilaxia

a) Seguir corretamente as tabelas de descompressão.
b) Manter a forma física.

c) Mergulhar com roupa de neoprene em águas frias.
d) Não se deve fazer força durante a descompressão, pois o aumento do Gás Carbônico no organismo aumenta a possibilidade de DD.
e) Evitar fazer viagem aérea em helicópteros ou aviões com cabines não pressurizadas até 24 horas após o mergulho.
f) Há casos citados em que o mergulhador, mesmo tendo realizado a descompressão correta, apresentou sintomas leves de DD durante uma viagem de avião logo após o seu mergulho.
g) Lesões ou doenças que alterem ou restrinjam a circulação, seja de modo amplo ou em alguma parte específica do corpo, tem um grande potencial de aumentar o risco teórico de uma DD.

5.4.7 DIFERENÇAS ENTRE EMBOLIA TRAUMÁTICA PELO GÁS (ETG) E DOENÇA DESCOMPRESSIVA (DD).

	ETG	**DD**
Início dos sintomas	Durante o mergulho (subida)	Final do mergulho
Evolução	Rápida	Lenta e progressiva
Compartimentos predominante	Pulmonar e Neurológico Alto (Cérebro)	Ósteo articular e Neurológico baixo (Medula Espinhal)
Prognóstico	Gravíssimo	Grave

Tab. 5.3 – Diferenças entre ETG e DD

5.5 ACIDENTES CAUSADOS PELA TEMPERATURA

5.5.1 HIPOTERMIA

5.5.1.1 Deve-se estar alerta para o fenômeno da hipotermia, que pode afetar seriamente a performance do mergulhador e mesmo, em casos extremos, ser fatal.

5.5.1.2 Durante a atividade de mergulho, perde-se calor através da pele, por três mecanismo:

- Por convecção,
- por radiação e
- por condução.

5.5.1.3 Deve-se ainda considerar as perdas hídricas por via pulmonar, maiores durante o mergulho, devido à secura da mistura respiratória. O organismo, para diminuir a perda de calor, produz tremores e vasoconstrição.

5.5.1.4 Os calafrios e os tremores alcançam o seu nível máximo quando a temperatura do corpo cai para 35ºC, havendo cessação deles quando esta alcança 32.2ºC ou menos (situação crítica).

5.5.1.5 Sintomas:

– Sensação de frio, confusão mental, perda da coordenação motora, tremores, fala arrastada, perda da memória, alucinações, indiferença, parada cardiorrespiratória.

5.5.1.6 Tratamento:

– Proteger o mergulhador do frio e do vento, evitando movimentos bruscos, utilizar cobertores, sauna seca, ou imersão a temperatura da água entre 40 e 43.3ºC e os membros fora da água, oferecer bebidas quentes não alcoólicas (café, chocolate).
– Nos casos mais graves, o mergulhador necessitará de tratamento em regime de internação para realização de exames de sangue, eletrocardiograma (ECG), hidratação venosa e reaquecimento interno.

CAPÍTULO VI

PROCEDIMENTOS NA ÁGUA

6.1 PREPARO DO MERGULHADOR (fora da água)

6.1.1 Os mergulhadores irão participar do *briefing* onde todas as instruções para a execução da atividade serão passadas pelo coordenador do mergulho.

6.1.2 Após o *briefing* de mergulho, irão realizar a **equipagem e a inspeção individual e em dupla** após inspecionarem e testarem os seus equipamentos.

– Eles deverão dar o “pronto” ao supervisor de mergulho que, por sua vez, também realizará a inspeção nos mergulhadores e dará as instruções finais para a operação.

6.1.3 Estas instruções são fundamentais para o sucesso e segurança da operação e abordarão somente o mergulho que está por iniciar.

6.1.4 Todo o pessoal diretamente envolvido deverá participar do *briefing* do mergulho (realizado antes da entrada na água) e todas as dúvidas devem ser sanadas imediatamente, para que cada detalhe seja executado fielmente ao planejamento realizado e a operação obtenha sucesso.

6.2 CHECK DOS MERGULHADORES PELO SUPERVISOR

6.2.1 VERIFICAÇÕES

– Checar se a montagem do equipamento e suas conexões estão corretas;
– Checar se há torções no capuz e se o cabelo do mergulhador está para dentro;
– Checar Snorkel (SFC) corretamente fixado do lado esquerdo;
– Checar Máscara (tirantes sem torção e para fora do capuz);
– Checar se o regulador de 2º estágio principal está passando por cima do ombro direito e solicitar que o mergulhador realize dois ciclos respiratórios e realizar a verificação no manômetro;
– Checar se o regular de 2º estágio reserva (mangueira amarela de preferência) está passando por baixo do braço direito e solicitar que o mergulhador realize 2 (dois) ciclos respiratórios e realizar a verificação no manômetro;
– Checar a Traqueia (botão Power, Purga e enchimento com a boca);
– Checar se todas as válvulas de purga do colete estão acionando corretamente;
– Checar o console de navegação (passando por baixo do braço esquerdo e pelo tirante peitoral, pressão de trabalho, profundímetro zerado e bússola sem bolhas);
– Checar relógio com cronômetro zerado;
– Checar lanterna (funcionamento e ancoragem);
– Checar tirantes (peitoral, abdominal e laterais);
– Checar cinto de lastro com dispositivo com soltura rápida (sfc);
– Checar lastros integrados (sfc);

– Checar faca de mergulho (presa no interior da perna oposta ao braço mais forte e torções sem tirantes);
– Checar botas (fechadas e dentro da calça); e
– Checar nadadeiras (tamanho adequado e tirantes íntegros).

6.2.2 APÓS A REALIZAÇÃO DO CHECK PELO SUPERVISOR DO MERGULHO, SERÁ O ÚLTIMO MOMENTO DE RETIRADA DE DÚVIDAS DOS MERGULHADORES E O SUPERVISOR PODE REFORÇAR AS INFORMAÇÕES QUANTO:

– aos limites de tempo de mergulho,
– dificuldades esperadas,
– participação de outros mergulhadores na região,
– fases da tarefa a ser executada,
– sinais e gestos combinados,
– procedimentos de emergência,
– condições ambientais, e
– perigos existentes no local.

6.2.3 APÓS ISSO, OS MERGULHADORES ESTARÃO ENTÃO PRONTOS PARA ENTRAR NA ÁGUA.

– Ao chegarem ao ponto do mergulho, a dupla de mergulhadores realizará o check de superfície, onde mais uma vez os equipamentos serão testados e inspecionados.

6.3 ENTRADA NA ÁGUA

6.3.1 A maneira de entrar na água dependerá, naturalmente, do local.

6.3.2 DE QUALQUER MODO, DEVE- SE TER ATENÇÃO PARA OS SEGUINTES PONTOS:

– a máscara deverá ser mantida em posição,
– o cilindro seguro para que não bata na cabeça, no caso de saltar para a água,
– as nadadeiras atrapalham o andar e na entrada, a partir de uma praia, deve-se fazê-lo de costas e deitando-se tão logo a profundidade o permitir.

6.4 TIPOS DE ENTRADA NA ÁGUA

6.4.1 SENTADO DE FRENTE PARA A ÁGUA:

6.4.1.1 Posição utilizada para entrar em piscinas ou a partir do *deck* de embarcações, que possuam costado baixo ou plataforma de mergulho nos espelhos de popa.

6.4.1.2 Deve-se partir da posição sentado na borda, apoiar as duas mãos em sua lateral, erguendo o corpo com os braços e girando-o de forma que as costas e o cilindro fiquem voltados para fora e longe da borda, evitando o seu contato físico e ficando em pé na água de frente para borda.

Fig 6.1 - Entrada na água sentado na borda

6.4.2 SENTADO DE COSTAS OU ROLAMENTO DE COSTAS:

6.4.2.1 Método utilizado principalmente em plataformas instáveis, embarcações miúdas ou com o bordo baixo.

6.4.2.2 Efetua-se a cambalhota de costa, a partir da posição de sentado na borda, caindo sobre as costas.

Fig 6.2 - Entrada na água sentado na borda

6.4.3 PASSO DE GIGANTE:

6.4.3.1 Partindo da posição ereta, de frente para a água, o mergulhador salta com as pernas afastadas uma da outra, como numa grande passada.

6.4.3.2 Ao cair na água, é recomendado efetuar uma pernada contrária, tipo tesoura, invertendo a posição das pernas, evitando-se afundar em demasia.

6.4.3.3 Este método é utilizado em locais que não se sabe a profundidade ou quando não interessa submergir muito na queda.

Fig 6.3 - Entrada na água pelo passo do gigante

6.4.3.4 Deve-se observar ainda os seguintes pontos:

– Com uma das mãos, o mergulhador segura a válvula e a máscara, simultaneamente;
– com outra mão segura, segura o cinto de lastro de forma a evitar que o mesmo venha a se abrir com o impacto e se perder; e
– o queixo deve ser colado ao peito de forma que não se acidente, batendo a nuca ou cabeça no cilindro.

6.4.4 Seja qual for o método utilizado de entrada na água, é preciso sempre manter o máximo de controle possível e, assim que voltar à superfície, ajustar o equipamento e sinalizar sobre suas condições ao companheiro ou a quem estiver monitorando seu mergulho, com o brado “**fora e forte**” se estiver tudo em perfeito funcionamento e ajustagem.

“FORA E FORTE”

6.5 *CHECK* DE SUPERFÍCIE

6.5.1 Uma vez na água, os mergulhadores deverão fazer um novo teste em seu equipamento. Durante o salto, peças do equipamento poderão ter saído de posição ou mesmo ter caído. Caso haja algum vazamento, esse se tornará evidente, válvulas poderão disparar e máscaras alagarem.

6.5.2 POR OCASIÃO DO TESTE, OS MERGULHADORES DEVERÃO:

6.5.2.1 Testar o conjunto de respiração, respirando lentamente através da válvula reguladora. Eles deverão respirar com facilidade e sem resistência. Não deverá haver vazamento;

6.5.2.2 Verificar se há vazamentos no equipamento da dupla, principalmente junto às conexões (1º estágio com a torneira do cilindro e mangueira com as válvulas; e 2º estágio);

6.5.2.3 Verificar o posicionamento do equipamento e tirantes do dupla;

6.5.2.4 Verificar se a máscara facial está convenientemente adaptada ao rosto, desalagando-a se necessário; esgotar totalmente o colete equilibrador.

6.5.3 Após a realização do teste, os mergulhadores deverão orientar-se com a ajuda da bússola ou através de pontos naturais como o sol, pedras, correnteza ou pontos de terra.

6.5.4 Em seguida, darão o “pronto” para o supervisor através de sinal manual, e esse ordenará que deixem à superfície. Ao iniciar o mergulho, descerão preferencialmente por um cabo guia.

6.6 MERGULHADOR DESCENDO

6.6.1 Com o tempo de fundo iniciado, os mergulhadores sinalizarão um para o outro e juntos iniciarão a descida. De qualquer modo, a velocidade de descida seja controlada, não excedendo 22 metros por minuto, para se evitar barotraumas e o levantamento de suspensão do fundo, prejudicando a visibilidade do mergulho.

6.6.2 Em locais de baixa visibilidade, os mergulhadores deverão manter um braço estendido a sua frente para evitar qualquer choque com a cabeça.

6.6.3 Ao alcançarem o local do mergulho, os mergulhadores deverão se orientar e verificar as condições do local, e se essas forem radicalmente diferentes das previstas ou parecerem perigosas, o mergulho deverá ser abortado e o Comandante da Guarnição informado do que está ocorrendo.

6.6.4 O mesmo procedimento deverá ser cumprido se houver necessidade de um novo planejamento para a realização do mergulho.

6.6.5 Os mergulhadores deverão retornar à superfície e discutir a situação com o Comandante da Guarnição, obtendo autorização para modificar o planejamento.

6.6.6 DESCIDA EM PÉ:

– O mergulhador fixará um ponto de referência (árvores, pedras, embarcações etc) e descerá na posição vertical, com os pés voltados para baixo, segurando o cabo guia até tocar o fundo.

6.7 MERGULHADOR NO FUNDO

6.7.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

6.7.1.1 Ao iniciar o trabalho no fundo, os mergulhadores deverão ter em mente suas próprias limitações, bem como as do equipamento. Assim, deverão lembrar o tempo máximo que dispõem pela duração do seu suprimento de ar, a inconveniência de fazer parada de descompressão etc.

6.7.1.2 Deverão limitar o esforço físico, de modo a não superar a capacidade de fornecimento de ar do seu equipamento e manter um ritmo respiratório calmo, não pensando jamais em reduzir propositadamente o ritmo respiratório para prolongar o mergulho, situação que poderá conduzir à intoxicação por CO2 com todas as suas consequências.

6.7.1.3 As partes mais pesadas do trabalho deverão ser realizadas no início do mergulho quando o suprimento de ar é grande e o mergulhador está descansado.

6.7.2 MERGULHOS EM DUPLA:

6.7.3.1 É o tipo de mergulho que oferece maior segurança nas operações de mergulho.

– Somente em circunstâncias excepcionais, ou utilizando equipamento de mergulho dependente, poderá atuar o mergulhador isolado; de qualquer forma, será unido à superfície por uma linha de vida.
– Mergulhadores operando em dupla são responsáveis pelo cumprimento da tarefa designada e pela segurança do companheiro.

6.7.3.2 As regras básicas do mergulho em dupla são:

– Jamais perder o contato visual ou físico com o dupla. Com boa visibilidade, mantê-lo em contato visual;
– Em baixa visibilidade, utilizar o cabo de ligação;
– Conhecer o significado de todos os Sinais Manuais e Sinais Convencionados de Mergulho;
– Se algum sinal for dado, ele deverá ser imediatamente entendido e respondido. Deverá ser considerada uma emergência, o fato do dupla não responder o sinal;
– Monitorar as ações e as condições físicas do dupla. Conhecer os sintomas de doença descompressiva, narcose e intoxicações.

6.7.3.3 Se o dupla estiver em perigo ou apresentar um comportamento anormal, a causa deverá ser imediatamente determinada e o apropriado procedimento de emergência cumprido:

– NUNCA DEIXAR A DUPLA SOZINHA, a menos que ela esteja enroscada e não possa ser socorrida sem uma ajuda adicional.
– Se o mergulhador reserva ou outro mergulhador não puder ser alcançado imediatamente, marcar a localização do acidentado com um cabo ou boia.

6.7.3.4 Se a dupla de mergulhadores se perderem um do outro, o procedimento será o de:

– Manter a calma, verificar o manômetro (pressão de trabalho).
– Fazer um giro 360º para tentar encontrar o dupla.
– Caso não seja encontrado, devido às características dos mergulhos militares em locais de visibilidade ruim, o mergulhador executa a subida imediatamente após o giro de varredura e ao chegar na superfície, informa ao Supervisor ou ao Auxiliar de Superfície do mergulho, que seu dupla está perdido.
– Sempre será necessário estabelecer um plano de busca para encontrar um mergulhador perdido.
– Se o contato com o dupla for quebrado, o plano de busca deverá ser cumprido imediatamente.
– Se um dos mergulhadores abortarem o mergulho por qualquer motivo, a dupla também deverá fazê-lo, retornando ambos à superfície.

6.7.3.5 Havendo perda do suprimento de ar ou mal funcionamento do conjunto respirador, o mergulhador, cujo o suprimento de ar está deficiente, deverá proceder como listado a seguir:

– Manter a calma e sinalizar o problema para a dupla, apontando para o bocal; não tomar o bocal da válvula reguladora da dupla.
– A dupla irá se aproximar do mergulhador em pane e oferecerá seu regulador reserva e comandará por sinais e gestos que o mergulhador em pane se acalme.
– Realizado o procedimento, os dois mergulhadores irão realizar o procedimento de subida a superfície, de maneira controlada e segura.

6.7.3.6 Caso o suprimento de ar não seja o suficiente para os dois mergulhadores executarem a subida, cada um, com um regulador, deverá ser adotado o procedimento de compartilhamento de ar, pela técnica do cachimbo, em que o mergulhador que detém a fonte de ar controla o revezamento da válvula reguladora de 2º estágio.

6.7.3.7 Vale ressaltar que o ideal é utilizar a válvula reguladora de ar reserva, devido ao maior comprimento de sua mangueira, facilitando o compartilhamento de ar.

6.7.3.8 O revezamento de regulador de 2º estágio, *“cachimbo”,* é um procedimento de emergência que deverá ser praticado e todo mergulhador deverá estar familiarizado com ele.

6.8 MERGULHADOR VOLTANDO À SUPERFÍCIE

6.8.1 Quando chegar o momento de retornar a superfície, ambos os mergulhadores sinalizarão o fim do mergulho. Quando o sinal tiver sido compreendido, eles iniciarão juntos a subida.

6.8.2 O fim do mergulho poderá ser caracterizado por duas situações: um retorno normal à superfície ou uma subida de emergência. O primeiro caso deverá ser conduzido numa razão de subida de **9 metros (30 pés) por minuto.**

6.8.3 Para melhor o controle, deverá ser realizada a subida ao longo de um cabo de fundo graduado e os mergulhadores deverão estar cientes de suas eventuais paradas, embora, como já foi dito, mergulho com descompressão deverá ser evitado.

6.8.4 Quando estiverem subindo, os mergulhadores deverão manter um braço esticado verticalmente para evitar colisão com qualquer objeto e observar os objetos nas redondezas, particularmente os flutuantes na superfície.

6.8.5 Se a dupla de mergulhadores possuir computadores de mergulho, poderão balizar a velocidade de subida que o equipamento disponibiliza instantaneamente.

– Numa situação em que os mergulhadores não possuem um computador de mergulho, podem realizar a subida utilizando uma carretilha ligada a um sinalizador de superfície tipo *Decomark*, de forma que no momento da subida um dos mergulhadores infla o *Decomark* e libera à superfície, e inicia a subida enrolando o cabo da carretilha realizando duas voltas por segundo, assim, controlando a velocidade de subida, evitando qualquer doença descompressiva e Síndrome de Hiperdistensão Pulmonar.

6.8.6 Uma infinidade de situações poderá determinar uma subida em emergência. Uma falha inesperada do equipamento, um mergulhador com problemas de saúde, uma intoxicação, um ferimento e variações severas nas condições ambientais são exemplos desses determinantes.

– No caso de o suprimento de ar continuar normal, o problema é minorado, devendo a dupla iniciar a subida na razão citada.
– Uma cuidadosa avaliação deverá preceder a decisão de um mergulhador diante de um companheiro com distúrbios respiratórios ou inconscientes.

6.9 CHEGANDO À SUPERFÍCIE

6.9.1 Chegando à superfície, os mergulhadores deverão estar certos de que não estão sob o casco da embarcação de apoio ou sob outros objetos. Eles deverão prestar atenção ao som de propulsores (hélices em movimento, motores) de embarcações e atrasar a chegada até estarem certos de que não correm perigo.

6.9.2 Na superfície deverão procurar em todas as direções e localizar seu ponto de apoio, outros mergulhadores e qualquer embarcação que estiver se aproximando.

6.9.3 Ao encontrarem a embarcação de apoio com o Supervisor de Mergulho e/ou o

Auxiliar de Superfície, deverão dar o sinal de “Ok” caso estejam bem fisicamente e o mergulho tenha ocorrido dentro do planejamento quanto a possíveis lesões.

6.9.4 Em situações de algum tipo de acidente com o mergulhador, a dupla deverá solicitar por socorro da embarcação e iniciará os procedimentos de primeiros socorros e ir realizando o arrasto do mergulhador em pane até a embarcação de apoio.

6.10 CUIDADOS APÓS O MERGULHO

6.10.1 Alguns problemas fisiológicos não serão detectados de imediato. O supervisor do mergulho e os demais membros da equipe deverão estar permanentemente alertas quanto a esta possibilidade.

6.10.2 Por esta razão, os mergulhadores deverão ser mantidos em observação o maior tempo possível. Se as suas condições físicas forem satisfatórias, a primeira tarefa dos mergulhadores após o mergulho será inspecionar o seu equipamento e realizar a manutenção do mesmo, aumentando assim, a vida útil de seu material.

6.10.3 Deve ser respeitado o intervalo de segurança de 24 horas para que o mergulhador possa realizar um voo comercial.

6.10.4 Também deve-se evitar atividades físicas extenuantes após as práticas de mergulho, uma vez que o aquecimento do corpo humano pode acarretar uma dilatação das possíveis bolhas de nitrogênio residual presente no organismo do mergulhador.

CAPÍTULO VII

SEGURANÇA NO MERGULHO

7.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

7.1.1 A segurança engloba procedimentos para evitar acidentes, contaminações durante um atendimento ou tornar-se mais uma vítima durante uma emergência.

7.1.2 Tudo tem que ser levado em consideração a fim de evitar que uma situação crítica se agrave, por exemplo, realizar uma má avaliação e agir por impulso em um local que ofereça perigoou riscos adicionais pode agravar o problema.

7.2 PRINCIPAIS CAUSA DE ACIDENTES

7.2.1 MAU JULGAMENTO:

7.2.1.1 É uma má decisão que gera uma série de eventos. Não tome decisão precipitadas ou por impulso, por exemplo:

a) realizar um mergulho profundo com um colete inflando sozinho;
b) entrar em uma caverna sem certificação;
c) desconsiderar o início de uma correnteza;
d) mergulhar resfriado e forçar a manobra de valsalva; e
e) mergulhar no mar sem linha de canga porque a visibilidade está boa etc.

7.2.1.2 Foram citados apenas alguns exemplos. Sempre pense bem antes de tomar uma decisão. A montagem correta do equipamento, realizar todos os testes com o equipamento montado no solo, uma excelente equipagem e uma excelente inspeção aos pares com certeza podem prevenir acidentes.

7.2.2 ESTRESSE

7.2.2.1 Um mergulhador não pode mergulhar estressado fisicamente ou psicologicamente (estresse emocional)

7.2.2.2 Estresse físico:

– Está ligado à capacidade físico, por exemplo, militar realiza uma marcha no dia anterior e no dia do mergulho encontra-se desgastado, não é o caso mergulhar pois é provável que terá problemas submerso como cãibra e cansaço excessivo.

7.2.2.3 Estresse emocional:

7.2.2.3.1 Está diretamente ligado ao psicológico, por exemplo, militar perdeu um ente querido e encontra-se mal psicologicamente, pensativo, desconcentrado para atividade de mergulho.

7.2.2.3.2 Durante uma situação de emergência, o socorrista tem que manter a calma para evitar estresse emocional. Ansiedade é normal antes, durante e após o socorro, contudo, não pode se transformar em estresse emocional.

7.2.2.3.3 Durante o estresse emocional, alguns procedimentos podem ser esquecidos ou negligenciados, por isso cresce de importância a manutenção da calma.

7.3 CUIDADOS NECESSÁRIOS

7.3.1 DIA ANTERIOR AO MERGULHO:

– É necessária uma preparação intelectual, planejamento do mergulho e não ingerir bebida alcoólica.

7.3.2 EQUIPAGEM:

– O mergulhador deve realizar os cheques no cilindro, montar o equipamento corretamente, testar todos os componentes e não fazer mau julgamento, tudo tem que estar em perfeitas condições de uso.

7.3.3 DURANTE O MERGULHO:

7.3.3.1 Evitar esforço excessivo, manter sinais e gestos, monitorar seu equipamento como fonte de ar alternativa passando por baixo do braço direito e preso no local correto, fonte de ar principal passando por cima do ombro direito, console passando por baixo do braço esquerdo e preso na posição correta.

7.3.3.2 Isso irá garantir que nada possa se enroscar ou prender em algo, como por exemplo, uma fonte de ar alternativa solta pode prender em um galho ou pedra.

7.3.4 APÓS O MERGULHO:

7.3.4.1 Desmobilizar e realizar a correta manutenção do equipamento (após mergulho no mar lavar todo o material com água doce).

7.3.4.2 É proibido malhar (fazer TFM) após um mergulho, pois as bolhas de nitrogênio que permanecem no corpo podem causar doença descompressiva – DD.

7.4 SEGURANÇA GERAL NO MERGULHO

7.4.1 Todos os mergulhos são potencialmente perigosos e o mergulhador deverá estar atento, todo o tempo, para minimizar os riscos. De uma forma geral, isto poderá ser alcançado por um cuidadoso planejamento, preparação para o mergulho, fiel obediência aos procedimentos e correta utilização das comunicações.

7.4.2 Para fins de organização de segurança no mergulho, faz-se necessário estabelecer uma graduação que determine os distintos níveis de risco e as medidas de segurança a adotar.

7.4.3 EM CONSEQUÊNCIA, CADA UMA DAS ATIVIDADES DE MERGULHO DEVERÁ SE ENQUADRAR EM UM DOS DETERMINADOS NÍVEIS.

a) Nível 1: atividades de formação de mergulhadores.
b) Nível 2: atividades normais de instrução, adestramento ou avaliação, em tempo de paz, com participação de pessoal devidamente titulado no âmbito das Forças Armadas.
c) Nível 3: participação em operações em tempo de paz.
d) Nível 4: participação em operações em situações de crise ou de guerra.

7.4.3.1 Independentemente do nível de segurança no qual se desenvolva o mergulho, deve-se buscar as melhores condições de segurança.

7.4.3.2 Todas as normas deste MT são de cumprimento obrigatório ao atuar em nível de segurança 1 e 2.

7.4.3.3 No nível 3 poderão ser desconsideradas normas cujo cumprimento seja inviável. Em operações desenvolvidas no nível de segurança 4, serão adotadas as normas que a situação permitir.

7.4.3.4 Após o mergulho, todos os mergulhadores e a equipe de apoio devem passar a observar os militares que retornaram à superfície, como forma de identificar quaisquer acidentes de mergulho. Deve-se atentar também para os sintomas tardios das doenças descompressivas.

7.4.4 PLANEJAMENTO

7.4.4.1 Considerações iniciais

7.2.2.3.4 Todas as operações de mergulho deverão ser precedidas de planejamento cuidadoso e detalhado, elaborado pelo mergulhador mais antigo, a ser lançado em documento que deverá ser do conhecimento de todos os integrantes da equipe, em especial de seu supervisor.

7.2.2.3.5 Também deverão tomar conhecimento deste documento as pessoas envolvidas, diretamente ou indiretamente, na operação de mergulho.

7.4.4.2 As seguintes etapas servirão de subsídios para o planejamento:

a) definição dos objetivos;
b) coleta e análise dos dados;
c) estabelecimento das tarefas operacionais;
d) seleção da técnica de mergulho;
e) seleção dos equipamentos e suprimentos;
f) seleção da equipe de mergulho;
g) estabelecimento de procedimentos e precauções de segurança (boias ou bandeiras de sinalização de mergulhadores);
h) estabelecimento de procedimentos de emergência;
i) estabelecimento de evacuação médica;
j) preparação final do mergulho; e
k) realização da operação.

7.4.4.3 Realização de *briefing*

- É obrigatória a realização de *briefing* para a equipe de mergulho e estações diretamente envolvidas

7.4.5 PREPARAÇÃO PARA O MERGULHO

– Antes de ir para a água, o mergulhador deverá assegurar-se de:

a) estar fisicamente preparado para o mergulho. Uma dor muscular, cansaço, sono ou má alimentação poderá comprometer a execução da tarefa;
b) estar seu equipamento individual em boas condições e funcionando perfeitamente;
c) estar qualificado para o uso dos equipamentos a serem empregados no mergulho;
d) ter conhecimento das condições do meio (profundidade, visibilidade, corrente e temperatura);
e) ter pleno conhecimento do trabalho a ser realizado, dos perigos específicos e das normas de segurança;
f) ter sido alertado quanto aos problemas e perigos que poderão surgir; e
g) conhecer os procedimentos de segurança.

7.4.6 PROCEDIMENTOS DE MERGULHO

7.4.6.1 Cada membro da equipe de mergulho deverá conhecer e obedecer fielmente aos procedimentos de mergulho.

7.4.6.2 Após um grande número de mergulhos, haverá uma tendência em relaxar estes procedimentos. Nestas ocasiões é que os acidentes costumam ocorrer. Por isso, é determinante uma total seriedade no cumprimento das normas de segurança até o encerramento do último mergulho.

7.5 CONDIÇÕES DE SEGURANÇA ESPECÍFICAS NO MERGULHO

7.5.1 SEGURANÇA NO MERGULHO COM CORRENTEZA

7.5.1.1 Os mergulhadores poderão encontrar fortes correntezas em rios ou fortes correntes de maré no mar. Nesta situação, um elevado esforço poderá ser necessário para se manter numa posição conveniente ao trabalho, acelerando a sua respiração e elevando rapidamente a taxa de gás carbônico no organismo.

7.5.1.2 Especial atenção deverá ser dada aos umbilicais e cabos guias que poderão ser arrastados pela corrente, enroscando-se em alguma obstrução, aumentando o risco ao mergulhador.

7.5.2 TIPOS DE CORRENTEZA

– Rios ou correntes oceânicas principais;
– Correntes de maré, causadas pelo fluxo e refluxo das marés; e
– Correntes de fundo, normalmente com sentido diverso das de superfície.

7.5.2.1 Os primeiros casos são razoavelmente previsíveis, permitindo algum planejamento. O último não está nas cartas e ocorrem a qualquer tempo. Nestas condições, quando se planeja um mergulho, a primeira consideração é o momento mais adequado. Deve-se procurar planejar para o período em que a corrente estiver mais fraca.

7.5.2.2 Em seguida, vem o equipamento. Um mergulhador autônomo será muito mais afetado por correntes do que um outro mergulhador, utilizando equipamento dependente.

7.5.2.3 Por último, a escolha do método de acesso ao local de trabalho. Se a corrente for mais forte na superfície, pode-se atingir o local de trabalho lançando-se o mergulhador à montante e fazendo com que mergulhe lentamente por um cabo de fundo.

7.5.2.4 Quando houver uma correnteza forte no local de trabalho, o mergulhador necessitará de ajuda para movimentar-se, requerendo “cabos de fundo” os instalando onde for possível.

7.5.2.5 O mergulhador deverá procurar posicionar-se a jusante do objeto de trabalho, recebendo, desta forma, alguma proteção contra corrente, diminuindo o esforço.

7.5.2.6 Ao se mergulhar em locais com forte correnteza, deve-se prestar especial atenção para a fadiga do mergulhador, procurando reduzir o esforço ao estritamente necessário à realização do trabalho.

7.5.3 SEGURANÇA NO MERGULHO EM CANAIS, DIQUES, PORTOS E REPRESAS

7.5.3.1 Há uma série de problemas que poderão ocorrer, em separado ou simultaneamente, ao efetuar-se este tipo de mergulho.

7.5.3.2 Em hipótese alguma os mergulhadores devem retirar a máscara ou bocal quando mergulhados sob cascos de navio ou instalações que apresentam bolsões de ar (gases). A concentração de gases tóxicos pode ser tal que provoque a inconsciência imediata dos mergulhadores com consequente afogamento e morte.

7.5.4 SEGURANÇA NO MERGULHO COM DIFERENÇA DE PRESSÃO

7.5.4.1 Ocorrerá quando o nível de água de um lado de uma porta-batel ou represa for maior do que o outro. Se houver um vazamento, a água passará do lado mais alto para o mais baixo, o que poderá sugar os mergulhadores contra a parede. Portas-batel, quando abertas, poderão arrastar os mergulhadores causando ferimentos graves, quando não fatais.

7.5.4.2 As seguintes regras deverão ser seguidas:

a) Conhecimento do local de mergulho;
b) Planejamento de mergulho;
c) Uso de equipamento adequado;
d) Uso de boia de segurança;
e) Mergulho em equipe;
f) Condições de visibilidade;
g) Sinalização e comunicação;

h) Treinamento adequado;
i) Respeito aos limites de profundidade e tempo de mergulho;
j) Estar preparado para emergências;
k) Sempre mergulhar no lado em que a água estiver mais baixa;
l) Esvaziar um lado, se necessário; certificar de que as portas-batel estejam fechadas e trancadas; e
m) Informar ao pessoal da manobra, supervisores de cais ou diques, quando for mergulhar e sair da água, imediatamente, se houver quaisquer movimentos das portas.

7.5.5 SEGURANÇA NO MERGULHO COM BAIXA VISIBILIDADE

– Onde a visibilidade no fundo for bem reduzida, deve-se marcar o ponto de trabalho com um cabo guia, de forma a encontrá-lo facilmente.
– Deve-se utilizar cabos de ligação entre os mergulhadores (linha de canga) para evitar afastamento da dupla e considerar a adoção de meios artificiais de iluminação (lanternas).

7.5.6 SEGURANÇA NO MERGULHO JUNTO A NAVIOS

– Existem três riscos principais ao se mergulhar junto a navios:

a) O movimento da hélice poderá sugar o mergulhador, causando ferimentos fatais.
– Sempre deve ser feito contato com o comandante para o desligamento dos motores quando for mergulhar.
– Se possível, o leme deve estar em “desacoplado”, deixando um aviso ao lado do comando de que está ocorrendo mergulho;
b) Os planos de distribuição, ao longo do casco, deverão ser consultados.
– As aspirações por apresentarem risco de sucção, deverão estar desligadas, colocando-se avisos junto às respectivas máquinas; e
c) Alguns navios possuem sistemas de proteção catódica instalados. Em certas circunstâncias eles poderão eletrocutar os mergulhadores.
– Deverão, portanto, ser desligados.

7.5.7 SEGURANÇA NO MERGULHO JUNTO A OLEODUTOS EM TESTE

7.5.7.1 Os mergulhadores não deverão se aproximar a menos de 100 metros de oleodutos submetidos a testes pneumáticos.

7.5.7.2 Durante testes hidrostáticos, os mergulhadores poderão trabalhar nas proximidades do oleoduto, mas não deverão executar nenhuma atividade nestes.

7.5.7.3 Recomenda-se que ao se detectar um oleoduto defeituoso, ou sob suspeita de apresentar alguma avaria, os mergulhadores não se aproximem a menos de 100 metros, até que a pressão tenha sido reduzida para 80% da maior pressão a que ele vem sendo submetido, desde que o defeito foi detectado.

7.5.7.4 Cuidados especiais deverão ser tomados quando a pressão do oleoduto for reduzida para uma pressão menor que a ambiente, já que a diferença de pressão poderá ser perigosa para os mergulhadores.

7.5.8 SEGURANÇA NO MERGULHO EM ALTITUDE

7.5.8.1 O pessoal de saúde qualificado para o controle do tratamento de acidentes de mergulho é, preferencialmente:

- Médico especialista em medicina hiperbárica;
- Médico especialista em acidentes de mergulho; e
- Enfermeiro especialista em acidentes de mergulho.

7.5.8.2 A câmara hiperbárica ficará ativada em todas as Operações de Mergulho.

7.5.8.3 O procedimento para evacuação de acidentados deverá estar previsto em um Plano de Evacuação, que será previamente confeccionado pelo supervisor de mergulho, com assessoramento, se for possível, de pessoal de saúde qualificado.

7.5.8.4 A evacuação de acidentados por meio de helicópteros ou de avião deverá ter altitude sempre menor que 100 metros em relação a altitude do local de mergulho.

7.5.8.5 Deve-se alertar previamente as unidades hospitalares próximas, em concordância com o plano de evacuação.

7.5.8.6 O pessoal da câmara hiperbárica deverá estar alertado previamente em concordância com o plano de evacuação.

7.5.9 SEGURANÇA NO MERGULHO COM DESCOMPRESSÃO

7.5.9.1 A recompressão em câmara hiperbárica é o procedimento mais aconselhável para o TRATAMENTO DE ENFERMIDADES DESCOMPRESSIVAS.

7.5.9.2 Não se realizarão operações de mergulho com descompressão no nível 1.

7.5.9.3 Para as imersões de nível 2 e 3, deve-se planejar, através do Plano de Evacuação, o socorro de um possível acidentado para a câmara hiperbárica mais próxima, no menor prazo possível.

7.5.9.4 Para poder programar imersões de nível 2 e 3 que requeiram descompressão, é necessário contar com uma câmara hiperbárica ativada nas imediações.

7.5.9.5 Em operações de mergulho de nível 4, deverão ser alertados os meios de tratamento de acidentes de mergulho existentes na zona de operações.

7.5.9.6 Em todas as imersões com ar, serão aplicadas as tabelas regulamentadas pela Marinha do Brasil e Escola de Mergulho do Exército Brasileiro.

7.5.9.7 Se estiverem disponíveis aparatos de cálculo automático de descompressão (computadores de mergulho), serão de grande utilidade para o controle das imersões.

- Mas isso não exclui o minucioso planejamento do mergulho com utilização das tabelas de mergulho.

7.5.9.8 Quando se realizarem imersões que requeiram descompressão, disponibilizar-se-á um cabo guia com marcas que correspondam as paradas de descompressão e se for o caso colocar cilindros com o ar adequado e reguladores (fontes de ar de baixa pressão) nessas marcações.

7.5.10 SEGURANÇA COM EMBARCAÇÕES DE APOIO

7.5.10.1 Em toda operação de mergulho dos níveis 1 e 2, estará disponível uma ou mais embarcações de apoio aos mergulhadores. Nos demais níveis, ela fica sujeita às condicionantes da missão.

7.5.10.2 A tripulação de qualquer embarcação a motor será composta, ao menos, de duas pessoas: um piloto e um auxiliar.

7.5.10.3 A tripulação da embarcação de apoio prestará, em todo momento, especial atenção à situação dos mergulhadores, visualizando as bolhas que são exaladas e a boia de sinalização.

7.5.10.4 A tripulação da embarcação de apoio deverá estar informada do planejamento de mergulho e dos procedimentos a serem tomados em caso de acionamento do plano de evacuação.

7.5.11 SEGURANÇA NA REFLUTUAÇÃO DE MATERIAIS

7.5.11.1 Deve-se ter especial atenção com o cálculo da força de flutuação para o içamento de objetos submersos.

7.5.11.2 Além disso, atentar para a correta utilização do material de reflutuação, principalmente se improvisado, e que nunca se deve acompanhar ou permanecer a seguir da carga quando do içamento.

7.5.12 REGRAS GERAIS DE SEGURANÇA

7.5.12.1 Além de todos os cuidados específicos para prevenir os acidentes de mergulho, a grande diversidade de equipamentos e sistemas, as características físicas das instalações de mergulho, bem como os diferentes tipos de tarefas executadas pelos mergulhadores, requerem que a atenção e cuidado sejam sempre pontos importantes.

7.5.12.2 É preciso, portanto, que todos estejam cientes de que deverão ser conservadas normas mínimas de segurança para garantir a boa condução de uma tarefa, mesmo por aqueles que não estejam diretamente envolvidos na equipe.

7.5.12.3 As regras de segurança apresentadas a seguir, não abrangem todas as situações possíveis, contudo, representam uma síntese obrigatória a qual toda a equipe de mergulho deverá estar atenta.

7.5.12.4 Segurança é uma atitude. Todos deverão saber e constantemente pensar a respeito da segurança para proteger a si próprio e aos outros. Todos deverão estar todo tempo alertas e prestar atenção ao que fazem. Não há substituto para a vigilância.

7.5.12.5 Os procedimentos de segurança requerem a eliminação de brincadeiras, correrias e outras atividades não produtivas nas proximidades de máquinas, equipamentos, painéis e estações de mergulho. Tais procedimentos poderão ser extremamente perigosos e causar sérios acidentes.

7.5.12.6 Quaisquer acidentes, ainda que menores e que não tenham causado ferimentos, deverão ser imediatamente comunicados à equipe médica e ao Supervisor de Mergulho.

7.5.12.7 Infecções poderão ocorrer a partir de pequenos ferimentos na pele se não cuidados apropriadamente. Não se deve negligenciar!

7.5.12.8 Evitar atitudes ou ações que possam constituir perigo para si mesmo e para os outros.

7.5.12.9 Ter sempre sua atenção voltada para o trabalho que estiver executando.

7.5.12.10 Atenção para efetuar o dreno dos gases comprimidos nos compressores.

7.5.12.11 Estudos estatísticos indicam que a maioria dos acidentes de mergulho são resultados da falta de conhecimento, adestramento ou instruções a respeito da operação.

– Apenas uma pequena minoria de acidentes pode ser debitada a falhas mecânicas, portanto, é imperativo que todos estejam cientes e bem familiarizados com as instruções do mergulho, da instalação e dos procedimentos a serem adotados.

7.5.12.12 Nenhum mergulhador, com infecção ou inflamação das vias respiratórias ou com dificuldades para compensar ouvidos ou seios da face, deverá insistir no mergulho. Qualquer medicação anteriormente tomada deve ser comunicada ao Supervisor.

7.5.12.13 Todos os equipamentos de mergulho, tais como coletes equilibradores, máscaras, reguladores de 2° estágio etc deverão ter sua manutenção em dia. Todo reparo deverá ser realizado imediatamente após a avaria.

7.5.12.14 Todos os mergulhadores deverão estar com sua inspeção de saúde em dia e com prazo de validade que cubra o período da operação a ser iniciada.

7.5.12.15 Um mergulhador deverá estar atento para sintomas de acidentes de mergulho por cerca de 12 horas após um mergulho sem parada para descompressão e pelo menos 24 horas após um mergulho com paradas para descompressão.

7.5.12.16 Nenhum mergulhador deverá efetuar viagens aéreas por um período mínimo de 24 horas após um mergulho com descompressão.

7.5.12.17 Ficar sempre atento a vazamentos de gás, ainda que aparentemente pequenos. Comunicar a localização imediatamente ao Supervisor.

7.5.12.18 Nunca negligenciar as regras de segurança, não superestimar a capacidade de lidar com os problemas e estar sempre “VIGILANTE”.

7.6 PLANO DE SEGURANÇA E EVACUAÇÃO

7.6.1 GENERALIDADES

7.6.1.1 Um Planejamento minucioso revelará elementos específicos que devem ser incluídos nos Planos de segurança e evacuação para a atividade de mergulho.

7.6.1.2 O plano de evacuação faz parte do plano de segurança e proporciona orientação para acionar a equipe médica e serviço médico de emergência (SME) e possibilitar a entrada no serviço de saúde.

7.6.1.3 Um plano de evacuação bem preparado pode ser um recurso vital e economizar um tempo valioso.

7.6.1.4 Deve conter no plano de evacuação o local onde deverá ser conduzida a vítima de acordo com a gravidade do problema em caso leve, intermediário e grave.

7.6.1.5 O itinerário da evacuação deve conter no plano de evacuação e deve ser reconhecido pela equipe médica.

7.6.1.6 Em caso de evacuação com utilização de helicóptero, devido à expansão dos gases, a altura máxima durante o deslocamento com o acidentado não deve ultrapassar 1.000 (um mil) pés com relação ao local do embarque.

7.6.1.7 Revisões regulares de um plano de segurança devem ser realizadas para garantir que ele esteja atualizado e que elementos essenciais não tenham mudado ao longo do tempo como itinerários, hospitais de referência de acordo com a gravidade, local de câmeras hiperbáricas, telefones etc.

7.6.2 ELEMENTOS BÁSICOS QUE DEVERÃO CONSTAR NO PLANO DE SEGURANÇA E EVACUAÇÃO

a) Localização de todos os kits e suprimentos de emergência (verificar O^2 disponível);
b) Equipamento de comunicação e como utilizá-lo;
c) Recursos locais;
d) Informação de contato do SME local civil e militar;
e) Localizações e itinerários dos serviços médicos mais próximos;
f) Opções de transporte para o serviço médico adequado de acordo com a gravidade; e
g) Informações das câmeras hiperbáricas disponíveis.

7.6.3 INFORMAÇÕES DO MERGULHADOR ACIDENTADO:

– Escrever, se for possível, e apresentar no local do atendimento médico:

a) Nome, endereço do trabalha ou residência;
b) Número de contato;
c) Histórico médico;
d) Queixa atual (sinais e sintomas);
e) Informações de mergulho;

f) Quantos dias de mergulho;
g) Número de mergulhos;
h) Profundidade máxima;
i) Intervalos de superfície; e
j) Gás utilizado no mergulho (apenas ar comprimido, mergulho com nitrox etc).

CAPÍTULO VIII

EMERGÊNCIAS DE MERGULHO

8.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

8.1.1 O mais importante de tudo é evitar uma emergência, observar a segurança em todas as etapas do mergulho, antes, durante e após. A segurança no mergulho tem que estar presente sempre e nada pode ser negligenciado.

8.1.2 O mergulhador tem que ter ciência do seu plano de mergulho para saber como agir durante uma emergência. Cresce de importância realizar um excelente planejamento de mergulho, conduzir o briefing de mergulho nas melhores condições e autoconhecer-se e conhecer sua dupla. Contudo, caso se depare com uma situação de emergência, é só manter a calma e seguir os procedimentos que serão tratados nesse capítulo.

8.2 AUTORRESGATE

8.2.1 É a capacidade do mergulhador cuidar de si mesmo em primeiro lugar, com isso pode ser evitada uma emergência. Há cinco habilidades de mergulho nas quais o militar deve se concentrar para estar mais bem preparado para lidar com um problema.

8.2.2 BOM CONTROLE DA FLUTUABILIDADE:

8.2.2.1 Essa habilidade vai evitar esforços excessivos e manter o mergulhador relaxado e concentrado no mergulho.

8.2.2.2 Pode evitar acidentes como encostar em pedras, solo, galhos e ficar preso ou enroscado com alguma parte do equipamento.

8.2.3 CONTROLE ADEQUADO DAS VIAS AÉREAS:

8.2.3.1 O mergulhador tem que estar sempre consciente e calmo durante todo o mergulho. Caso perca a fonte de ar principal, deverá de imediato pegar a fonte de ar alternativa e colocar na boca. É comum, mesmo após purgar ou soprar, inalar um pouco de água.

8.2.3.2 Nesse caso deve-se ficar tranquilo porque é possível respirar com um pouco de água no regulador.

8.2.3.3 Outro fato, na mudança de fonte de ar para snorkel na superfície é comum ter concentração de água no snorkel e mesmo assim é possível respirar e, na sequência, é só terminar de desalagar o snorkel.

8.2.3.4 Nessas trocas de fonte de ar principal para alternativa é comum o mergulhador inexperiente não purgar ou soprar a fonte de ar e inalar bastante água. Caso isso ocorra,

é só manter a calma, purgar e respirar normalmente.

8.2.4 REMOÇÃO DE CÃIBRA:

8.2.4.1 Um mergulhador com cãibra deve informar à dupla através de gestos convencionados e realizar o procedimento para remoção de cãibra.

8.2.4.2 Caso seja na panturrilha ou posterior da coxa (atrás), por exemplo, o mergulhador deve estender a perna e segurar na ponta da nadadeira por alguns segundos.

8.2.5 MANUSEIO DA DEPLEÇÃO DE AR (fonte de ar alternativa):

8.2.5.1 O mergulhador deve ter ciência do local da sua fonte de ar alternativa e durante o mergulho, como medida de segurança, deverá checar empunhando com a mão.

8.2.5.2 Caso seja necessário fazer uso da fonte de ar alternativa, deve lembrar de purgar ou assoprar antes de respirar.

8.2.6 RESPOSTA À VERTIGEM:

8.2.6.1 É a falsa sensação de rotação. O militar fica em pé parado e tudo em volta roda.

8.2.6.2 O mergulhador tem que identificar a vertigem imediatamente e tentar segurar na dupla, o procedimento é realizar uma subida controlada com a dupla, caso não encontre o dupla por algum motivo, deverá identificar a direção das bolhas subindo e seguir a bolha para chegar à superfície.

8.2.6.3 Se persistir o sintoma, provavelmente deverá ser problema no ouvido interno (distúrbio labiríntico).

8.3 PROBLEMA: SINAIS E COMPORTAMENTOS

8.3.1 O mergulhador tem que conhecer a si mesmo e seu dupla. Se perceber que algo está estranho, o mergulho tem que ser interrompido.

8.3.2 DEBATER-SE NA SUPERFÍCIE OU UM POUCO A SEGUIR DELA, DAR MUITAS BRAÇADAS E PERNADAS:

– Um mergulhador que começa agir anormal como pernadas desajeitadas, usando braços para deslocar (os braços devem permanecer relaxados e parados sem movimentos bruscos), provavelmente esse mergulhador está com algum problema e o próximo passo é o estresse físico (cansaço) e psicológico (sentir-se mal por não estar acompanhando o dupla etc).

8.3.3 REJEITAR O EQUIPAMENTO:

– Caso observe isso, interrompa o mergulho, pois já é um caso mais grave de mergulhador estressado e o próximo passo é uma pane mais grave de mergulhador

desesperado. Para evitar essa situação, chame a dupla, gesticule para se acalmar e inicie uma subida controlada.

8.3.4 NÃO SE MOVIMENTAR – APARENTEMENTE INCONSCIENTE.

– Essa é uma condição de mergulhador em pânico passivo, o procedimento a ser tomado é buscar acalmá-lo e realizar uma subida controlada (9m por minuto).

8.4 AJUDA E RESGATE NA SUPERFÍCIE

8.4.1 PRIMEIRO PASSO É MANTER A CALMA E, EM SEGUIDA, REALIZAR A AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA.

8.4.1.1 Uma pane na superfície pode ser com um mergulhador em pânico ativo, cansado ou inconsciente.

8.4.1.2 Ao observar algo parecido, faça o seguinte questionamento: É NECESSÁRIO ENTRAR NA ÁGUA?

8.4.2 SÓ ENTRE NA ÁGUA SE REALMENTE FOR NECESSÁRIO. CASO SEJA POSSÍVEL, EMPREGUE OS SEGUINTES MEIOS:

8.4.2.1 Ajuda de curto alcance com as mãos:

– Com o apoio de uma embarcação, deitado num píer etc realize o resgate empunhando a vítima com a mão.

Fig 8.1 - Ajuda de curto alcance com as mãos Fonte: manual *Rescue Diver* da PADI

8.4.2.2 Ajuda de curto alcance com extensor:

– Apoiando-se ou segurando-se a uma embarcação, píer etc, ofereça ou lance um objeto para a vítima.

Fig 8.2 - Ajuda de curto alcance com extensor Fonte: manual *Rescue Diver* da PADI

8.4.2.3 Mergulhador cansado:

8.4.2.3.1 Não sendo possível realizar o resgate a partir de alguma plataforma execute o procedimento na água aproximando-se do mergulhador cansado, mantendo uma distância de segurança e uma conversação para tranquilizá-lo e mantê-lo calmo.

8.4.2.3.2 Verifique o que houve, se for cãibra, ajude-o a saná-la.

8.4.2.3.3 Não havendo possibilidade do mergulhador se deslocar sozinho, chame ajuda e inicie o deslocamento em direção à embarcação ou à margem.

Fig 8.3 – Mergulhador cansado Fonte: manual Rescue Diver da PADI

8.4.2.4 Durante o reboque do mergulhador cansado, utilize as seguintes técnicas:

8.4.2.4.1 Reboque pela torneira do cilindro:

– Tem que ter muita atenção para não segurar no regulador de primeiro estágio e segurar apenas na torneira do cilindro.

ig. 8.4 – Reboque pela torneira do cilindro Fonte: manual Rescue Diver da PADI

8.4.2.4.2 Reboque por debaixo do braço:

Fig 8.5 – Reboque por debaixo do braço Fonte: manual Rescue Diver da PADI

8.4.2.4.3 Reboque modificado:

– Esse tipo de reboque é executado apenas com mergulhador cansado.

Fig 8.6 – Reboque modificado Fonte: manual Rescue Diver da PADI

8.4.2.5 Durante a abordagem do mergulhador cansado, pode ser que ele entre em pânico.

8.4.2.5.1 Caso isso ocorra, ele irá tentar subir em cima do socorrista, cresce de importância manter a distância de segurança adequada.

8.4.2.5.2 Contudo, se a vítima se agarrar com o socorrista, o procedimento padrão é o socorrista imergir e ao mesmo tempo empurrar a vítima para cima.

– O local que a vítima não irá querer ir é para o fundo, com certeza seu objetivo será manter sua cabeça fora d'água.

Fig 8.7 – Abordagem Fonte: manual Rescue Diver da PADI

8.4.2.5.3 Nos casos de mergulhador consciente cansado, tem que ser feita uma boa avaliação para ver a necessidade de remoção do equipamento, a situação estando

controlada e perto de algum ponto de apoio ou margem não há necessidade de remover equipamento.

8.4.2.5.4 Contudo, estando muito longe da margem, corrente levando para longe de ponto de apoio, recomenda-se realizar a desequipagem e ambos ficarem apenas de neoprene, pois dessa forma haverá maior deslize na água e o deslocamento em direção à margem será mais rápido.

8.4.2.5.5 O resgate de um mergulhador cansado na superfície, caso esteja sem equipamento de mergulho e sem Neoprene, pode ser realizado com auxílio de flutuadores, como por exemplo, *life belt*, boia de segurança etc.

Fig 8.8 – Life belt

Fig 8.9 – Boia de segurança

8.4.2.5.6 O procedimento para utilização de flutuadores é muito simples e dá segurança para o socorrista.

8.4.2.5.7 Para fazer uso de flutuadores, é só aproximar-se da vítima, mantendo a conversação e oferecer o meio disponível.

8.4.2.6 Mergulhador em pânico passivo na superfície:

8.4.2.6.1 Aproximar-se chamando e jogando água no mergulhador para verificar seu estado de consciência.

8.4.2.6.2 Após confirmar que está em pânico passivo, tentar estabelecer um diálogo.

8.4.2.6.3 Caso a vítima recupere seu estado emocional, ambos devem nadar em direção à embarcação ou à margem.

8.4.2.7 Mergulhador em pânico ativo na superfície:

8.4.2.7.1 Estando com equipamento de mergulho, inicie um diálogo.

8.4.2.7.2 Verificando que a vítima não recuperou a calma, prepare-se para abordá-lo pela retaguarda, afunde e passe ao lado ou por baixo da vítima mantendo uma distância segura.

8.4.2.7.3 Após chegar em sua retaguarda, segure-o mantendo o cilindro entre as pernas e, com a mão direita, segure no cilindro; com a mão esquerda, infle seu colete e depois o colete da vítima.

8.4.2.7.4 Tente acalmá-lo, chame ajuda e inicie o deslocamento para um ponto de apoio.

8.4.2.7.5 Mergulhadores em pânico ativo na superfície tendem a desmaiar, caso isso ocorra, realize os procedimentos para mergulhador inconsciente na superfície.

8.4.2.8 Mergulhador em pânico ativo na superfície sem neoprene e sem equipamento de mergulho:

8.4.2.8.1 Havendo flutuador, como *life belt*, ofereça-o e retire-o da água mantendo um diálogo e monitorando-o.

8.4.2.8.2 Não havendo flutuadores há três tipos de abordagens seguras:

- Giro pela cintura;
- Giro pelo braço; e
- Canivete.

8.4.2.9 Giro pela cintura:

8.4.2.9.1 Aproxime-se tentando acalmar a vítima, de preferência com nadadeira, snorkel e máscara, a uma distância segura, aproximadamente 1,5 metros:

- Afunde até a cabeça ficar na altura da cintura da vítima e realize o giro pela cintura com as duas mãos.

8.4.2.9.2 Na sequência, segure-o por trás e passe a mão direita ou esquerda por baixo do braço da vítima e mantenha-a com a cabeça fora d'água e vias aéreas abertas.

8.4.2.9.3 Realize o deslocamento para um ponto de apoio.

8.4.2.9.4 Se a vítima estiver com cinto de lastros, remova-o.

Fig 8.10 – Giro pela cintura

8.4.2.10 Giro pelo braço:

8.4.2.10.1 O procedimento para aproximação é o mesmo do item anterior.

8.4.2.10.2 Ao chegar na distância adequada, ofereça o braço direito ou esquerdo, como se fosse realizar um aperto de mão e gire-o.

8.4.2.10.3 Em seguida, realize o mesmo procedimento mantendo a cabeça fora d'água e as vias áreas abertas.

8.4.2.11 Canivete:

8.4.2.11.1 Após chegar na distância ideal, aproximadamente 1,5 metros, executar o canivete para passar por baixo ou ao lado dos pés da vítima e abordá-la por trás;

8.4.2.11.2 Após isso, seguir os procedimentos anteriores.

8.4.2.12 Mergulhador inconsciente na superfície:

8.4.2.12.1 Aproxime-se chamando e jogando água no mergulhador.

8.4.2.12.2 Ao aproximar-se, passe a mão na frente da máscara e toque o vidro da máscara.

8.4.2.12.3 Se o mergulhador não der sinal e estiver de bruços (barriga para água), desvire-o.

8.4.2.12.4 Após isso, siga a sequência para socorrer um mergulhador inconsciente na superfície:

a) inflar o colete da vítima e o seu para garantir a flutuabilidade positiva;
b) chamar ajuda com voz alta e sinal de gesto com o braço levantado;
c) remover a máscara e fonte de ar (snorkel, sfc) seu e da vítima;
d) remover seu capuz (da vítima não há necessidade) para liberar o ouvido;
e) Abrir e checar vias aéreas (verificar se há alguma obstrução);
f) Abrir as vias aéreas e ver, ouvir e sentir por, aproximadamente, 10 segundos;
g) Constatando que não está respirando:
   - executar duas ventilações e
   - iniciar contagem de 10 segundos em voz alta;

h) Durante a contagem, realizar a desequipagem da vítima e nadar em direção à embarcação ou à margem;
i) Quando a contagem chegar em 4 segundos:
   - retirar o excesso de água da mão, pinçar o nariz da vítima e
   - executar duas ventilações novamente.

j) Após isso, mantenha a contagem/ desequipagem; e
k) Não interromper em nenhum momento a contagem em voz alta e a ventilação, pois esse procedimento é essencial para salvar a vida da vítima.

8.4.2.12.5 Após chegar em algum ponto de apoio onde tenha uma superfície rígida, acionar equipe médica novamente e realizar, rapidamente, a avaliação primária e SFC iniciar a RCP.

8.4.2.13 Mergulhador inconsciente na superfície com auxílio de flutuador:

8.4.2.13.1 Um dos flutuadores mais utilizados é o *life belt* e a boia de segurança.

8.4.2.13.2 O flutuador deverá manter a caixa torácica e a cabeça da vítima fora d'água e auxiliar o socorrista na retirada da água.

8.4.3 RETIRANDO O MERGULHADOR INCONSCIENTE DA ÁGUA

8.4.3.1 Transporte do bombeiro e transporte pelo ombro:

8.4.3.1.1 Após chegar em uma profundidade adequada, altura do umbigo do socorrista, colocar a vítima nos ombros; e

8.4.3.1.2 Saída da água no transporte do bombeiro e transporte pelos ombros, fonte:

manual *Rescue Diver* da PADI:

Fig 8.11 - Transporte do bombeiro

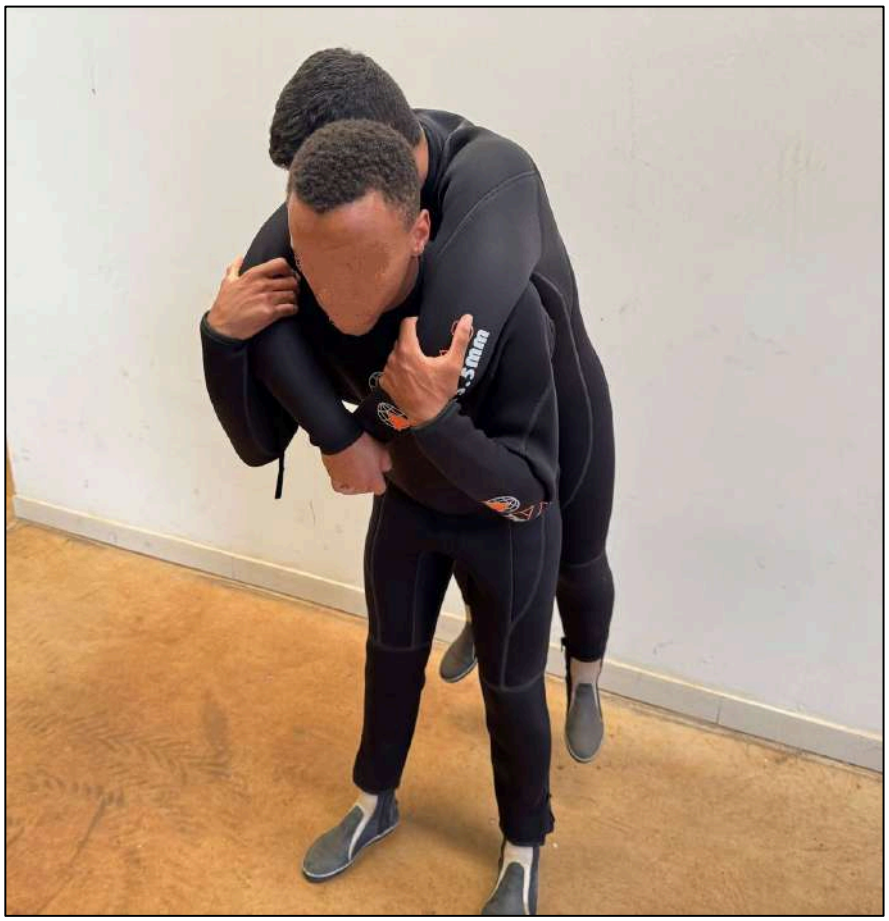


Fig 8.12 - Transporte pelo ombro

8.4.3.2 Transporte na areia:

– Caso a vítima seja maior que o socorrista e o transporte do bombeiro, ou transporte pelo ombro não seja possível, esse transporte pode ser utilizado.

Fig 8.13 – Transporte na areia Fonte: manual Rescue Diver da PADI

– Nesse transporte a vítima é arrastada com os pés na areia. O socorrista deverá manter as vias aéreas da vítima abertas.

8.5 EMERGÊNCIA EMBAIXO D'ÁGUA

8.5.1 Conforme tratado no início do capítulo, o mergulhador deve conhecer-se e conhecer a sua dupla e estar sempre atento a qualquer anormalidade como respiração rápida, pernadas desajeitadas esforço excessivo etc detectando qualquer sinal desses, pare, verifique se está tudo bem e, SFC, interromper o mergulho e realizar uma subida controlada.

8.5.2 MERGULHADOR EM PÂNICO (passivo/ ativo):

8.5.2.1 Os principais sinais são olhos arregalados, tender a manter uma postura vertical, usar os braços para nadar, remover máscara e fonte de ar da boca.

8.5.2.2 Um mergulhador nessas condições irá iniciar uma subida sem avisar à dupla que está com algum problema e o mais grave é realizar uma subida rápida e descontrolada.

– Isso ocorrendo poderá ter uma SHP – Síndrome da Hiper distensão Pulmonar e dependendo da profundidade poderá ter DD devido não respeitar a velocidade correta de subida.

8.5.2.3 Caso perceba a tempo que a dupla está iniciando uma subida sem avisar, imediatamente, tente segurá-lo.

8.5.2.4 Esvazie primeiro seu colete (socorrista) e na sequência o da vítima, tendo sucesso em interromper a subida dele, acalme-o.

8.5.2.5 Verifique e mostre pra ele o manômetro, mostre que há ar e que está tudo bem. Após acalmá-lo, inicie uma subida controlada.

8.5.2.6 Caso não consiga impedir a subida, deixe-o subir sozinho e siga-o realizando uma subida controlada.

8.5.2.7 Ao chegar na superfície, provavelmente estará em pânico, então execute o procedimento de mergulhador em pânico ativo na superfície.

Fig 8.14 – Mergulhador em pânico: subindo sem avisar

8.5.3 ESFORÇO EXCESSIVO**:**

8.5.3.1 Ligado ao estresse físico e emocional, provocado, normalmente por desgaste do dia anterior e nado rápido durante o mergulho, tende a produzir mais bolhas que o normal.

8.5.3.2 O mergulhador, ao perceber esses sinais em si ou em sua dupla, deverá parar, respirar normalmente, buscar a calma e relaxar. SFC, interromper o mergulho e realizar uma subida controlada.

8.5.4 DESCIDA DESCONTROLADA**:**

8.5.4.1 Falta de controle da flutuabilidade (autorresgate), uma descida rápida pode causar barotrauma, principalmente de ouvido. Além disso, uma descida muito rápida pode causar vertigem.

8.5.4.2 Caso esvazie o colete muito rápido, o mergulhador iniciará uma descida descontrolada e para interromper essa descida, infle o Colete Equilibrador-CE e bata perna com amplitude.

8.5.4.3 Remover os lastros não é recomendado, pois pode iniciar o oposto, ou seja, uma subida descontrolada.

8.5.4.4 O mergulhador deverá ficar atento principalmente em mergulhos profundos, atento para manutenção da flutuabilidade durante a descida. Conforme for descendo, deverá manter o equilíbrio inflando o CE agindo no *power*.

8.5.4.5 Caso infle muito, aja no purga, lembre-se do primeiro item do auto resgate: *BOM CONTROLE DA FLUTUABILIDADE.*

8.5.5 FLUTUABILIDADE EXCESSIVA:

8.5.5.1 A manutenção da flutuabilidade é importante e pode evitar acidentes. O mergulhador deve ficar atento o tempo todo com o ar no seu CE, principalmente em mergulhos com mudança de profundidade, pois durante a descida, como visto no item anterior, o mergulhador deve inflar seu CE.

– Já na pane de flutuabilidade excessiva é o contrário, o mergulhador deve purgar seu CE agindo na traqueia.

8.5.5.2 Em mergulhos profundos, é necessário ficar atento durante a subida controlada, pois esse procedimento de purgar tem que ser constante conforme a pressão for diminuindo (aproximando-se da superfície).

8.5.5.3 A perca de lastros também pode provocar uma flutuabilidade excessiva.

– Caso isso ocorra, esvazie o CE estabilizador imediatamente e tente segurar-se ao dupla, pois caso essa pane não seja sanada, ocorrerá uma subida descontrolada e dependendo da profundidade pode ser grave, podendo provocar, inclusive SHP, embolia e DD.

8.5.5.4 A subida descontrolada ocorre, principalmente, quando o mergulhador está desatento na manutenção da sua flutuabilidade.

8.5.6 CÃIBRA:

– Comum, principalmente devido ao esforço excessivo. Caso ocorra, informar ao dupla e sanar essa pane, pois é muito simples, como já vimos no auto resgate.

8.5.7 ENROSCO:

8.5.7.1 Nessa situação o mergulhador estará com algo preso em alguma parte do seu equipamento/ seu corpo.

– Caso isso ocorra, o mergulhador deverá permanecer calmo e a sua dupla deverá retirar/ cortar o material enroscado.

8.5.7.2 Não sendo possível cortar o material enroscado no equipamento o mergulhador enroscado, com auxílio da sua dupla, deverá desequipar e realizar uma subida controlada compartilhando ar com seu dupla utilizando a fonte de ar alternativa.

– Caso não seja possível cortar o material enroscado, o dupla deverá verificar o manômetro da vítima (ar disponível) e havendo ar suficiente, deverá vir à superfície e solicitar ajuda, a boia de segurança ou *deco mark* deverá ficar ancorada com o dupla enroscado para demarcação do local.

8.5.7.3 Se o mergulhador enroscado estiver com pouco ar, após colocar a boia de sinalização ou *deco mark* nele, o socorrista deverá desequipar (remover somente CE e lastros) e realizar uma subida de emergência com seu PPTM, pois caso o ar da vítima acabe, ele irá usar o ar do mergulhador que fez a subida de emergência.

8.5.8 APRISIONAMENTO:

8.5.8.1 Parte do corpo do mergulhador preso, por exemplo, após um desmoronamento a perna de um mergulhador fica presa entre as pedras.

8.5.8.2 Em caso de aprisionamento, o dupla deverá tentar desvencilhar o membro preso.

8.5.8.3 Caso não consiga, deverá checar o manômetro do mergulhador aprisionado. Havendo ar o suficiente, deverá marcar a posição do mergulhador, ir à superfície e solicitar ajuda.

8.5.8.4 Havendo pouco ar disponível, após sinalizar a posição da vítima, o socorrista deverá desequipar seu CE e seus lastros, deixar com o dupla e realizar uma subida de emergência.

8.5.8.5 Em caso de mergulhador entrar em caverna, acidentalmente o dupla deverá sinalizar o local com *deco mark*, ir à superfície e solicitar ajuda.

8.5.9 ACABAR O AR:

8.5.9.1 Manter a calma, sinalizar para o dupla e aguardar.

8.5.9.2 Após verificar o gesto do mergulhador sem ar, siga os passos:

a) Proteger a fonte de ar principal com a mão esquerda;
b) Com a mão direita, empunhar a fonte de ar alternativa e oferecer corretamente para o dupla (Fig 8.15/A);

Fig 8.15/A - Mergulhador sem ar

c) Colocar a mangueira da fonte de ar alternativa por cima do braço direito;
d) Com a mão direita, segurar o punho do braço direito do mergulhador que ficou sem ar (Fig 8.15/B);

Fig 8.15/B - Mergulhador sem ar

e) Busque acalmá-lo mandando respirar e faça sinal de ok;
f) Após verificar que está tudo ok, realizar gesto de subida; e
g) Iniciar subida controlada mantendo um de frente para o outro e segurando os punhos conforme fotos.

8.5.9.3 O que pode evitar essa pane é verificar constantemente o manômetro. Além disso, seguir rigorosamente o tempo e profundidade planejados.

8.5.9.4 O mergulhador sem ar, após receber a fonte de ar alternativa, deverá purgá-la antes de respirar.

8.5.9.5 O mesmo deverá estar atento para não utilizar a fonte alternativa de ar virada, vindo a engolir um pouco de água.

8.5.10 CILINDRO SAINDO DO COLETE:

Fig 8.16 - Reposicionamento do cilindro de ar

8.5.10.1 Essa pane pode ser evitada facilmente montando o equipamento corretamente.

Após a montagem, o mergulhador deverá fazer o teste para verificar se o cilindro irá descer.

8.5.10.2 Caso perceba que o cilindro esteja descendo o mergulhador, deverá pegar a fonte de ar alternativa e usar, pois a mangueira da fonte de ar alternativa é maior que a fonte de ar principal.

8.5.10.3 Na sequência, desequipar e colocar o cilindro na posição correta e fechar. Em seguida, equipar novamente.

8.5.11 MERGULHADOR CANSADO:

- Avisar à dupla através de sinal e gesto.
- Parar, descansar e SFC interromper o mergulho e ir à superfície realizando uma subida controlada.

8.5.12 MERGULHADOR INCONSCIENTE

- Seguir o passo a passo:

a) Manter a calma (manter a calma garante a realização do procedimento com segurança);
b) Aproximar pela linha de canga sem puxar a vítima;
c) Chamar a atenção da dupla, verificar se a fonte de ar está colocada, ou não, tocar o vidro da máscara com os dedos.
d) Caso esteja com a fonte de ar na boca, mantém nessa condição e, se estiver sem a fonte de ar, mantém também nessa condição;
e) Se estiver voltado para baixo, desvirá-lo;
f) Estabelecer flutuabilidade negativa, colocar a mão direita por debaixo do braço direito e manter a cabeça para trás, garantindo a abertura da via aérea e simultaneamente segurar a fonte de ar, caso esteja com ela;
g) Com a mão esquerda, empunhar a traqueia (mangueira de baixa pressão) do CE da vítima e agir no power SFC;
h) Subir de maneira controlada, respeitando a velocidade de subida até alcançar a superfície.
i) Se for necessário, infle apenas o colete da vítima, ficar atento para purgar se iniciar um excesso de flutuabilidade para evitar uma subida descontrolada;
j) Após chegar à superfície, inflar o colete da vítima e o do socorrista para garantir a flutuabilidade positiva;
k) O socorrista de imediato deverá remover sua máscara, fonte de ar e capuz. Na sequência, chamar ajuda por voz/ apito e gesto com braço levantado. Em caso de mergulho, à noite, sinalizar com lanterna ou outro meio de iluminação;
l) Retirar a fonte de ar e máscara da vítima;
m) Abrir a boca da vítima, liberar vias aéreas e verificar se há alguma obstrução;
n) Abrir vias aéreas, encostar o ouvido próximo do nariz da vítima e ver, ouvir e sentir, por aproximadamente, 10 segundos;
o) Pinçar o nariz da vítima e realizar duas ventilações corretamente;
p) Iniciar contagem em voz alta; e
q) Executar (duas ventilações a cada 10 segundos) realizar a desequipagem da vítima e nadar em direção à embarcação ou margem.

8.5.13 GIRO DO MERGULHADOR INCONSCIENTE DE BRUÇOS SUBMERSO OU NA SUPERFÍCIE:

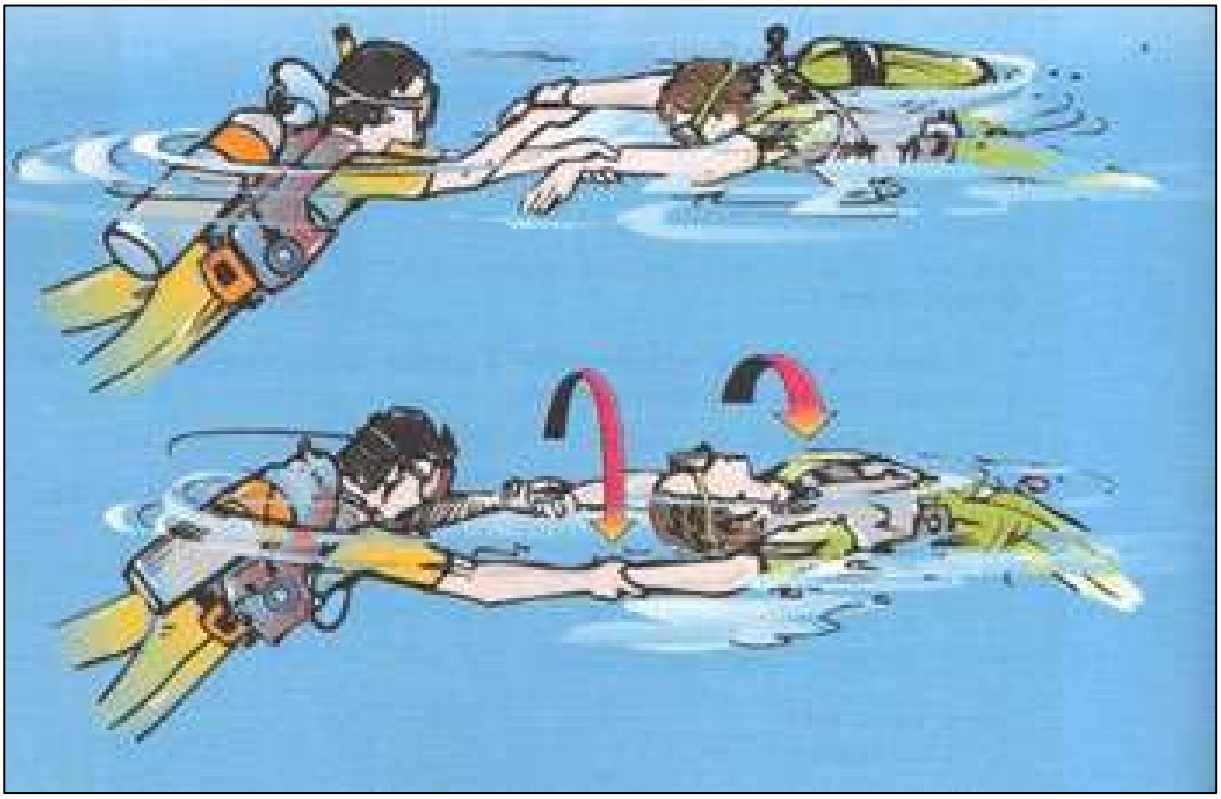


Fig 8.17 - Giro do mergulhador inconsciente Fonte: manual Rescue Diver da PADI

8.5.14 PERCA DE CANGA

– Seguir o passo a passo:

a) Manter a calma (manter a calma garante-me a realização do procedimento com segurança);
b) Verificar o manômetro (ar disponível – pressão de trabalho);
c) Ligar a lanterna e observar 360° (fazer um giro completo) e depois olhar para cima e para baixo e caso não visualize o dupla iniciar a subida controlada;
d) Parar, antes de chegar à superfície, para verificar se está segura a saída (ver e ouvir para certificar que nenhuma embarcação se aproxima); e
e) Ir à superfície, inflar o colete para garantir a flutuabilidade positiva e pedir ajuda com voz/ apito e fazer gesto com o braço levantado. Em caso de mergulho, à noite, sinalizar com voz/ apito e lanterna.

CAPÍTULO IX

PRIMEIROS SOCORROS EM MERGULHO

9.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

9.1.1 OS PRIMEIROS SOCORROS SÃO OS PASSOS SEGUINTES APÓS UM RESGATE.

9.1.1.1 Durante o resgate, o socorrista tem como missão retirar a vítima da água e colocá-la em segurança num ponto de apoio, embarcação, margem, pier etc.

9.1.1.2 Já nos primeiros socorros a missão é realizar o atendimento do acidentado seguindo uma sequência lógica de acordo com o planejamento do mergulho e o plano de segurança.

9.1.1.3 Nessa etapa a manutenção da calma do socorrista deve ser mantida, pois isso irá garantir que os procedimentos sejam executados corretamente e proporcionará maiores chances para salvar a vida da vítima.

9.1.2 SUPORTE BÁSICO DE VIDA – SBV:

9.1.3.1 Prestar socorro em situações de risco de vida, incluindo parada cardíaca. Seu objetivo é fornecer e manter um fluxo sanguíneo crítico para os órgãos vitais. Também assegura que o Serviço Médico de Emergência – SME tenha sido acionado.

9.1.3.2 Numa atividade de mergulho militar, a equipe médica deverá ser acionada imediatamente.

9.1.3.3 Uma vítima, em situação crítica, necessita de SBV o quanto antes, pois 4 a 6 minutos sem oxigênio, os órgãos (especialmente o cérebro) podem começar a morrer.

9.1.3 DEVER DE ASSISTÊNCIA:

– Não há obrigação legal de fornecer cuidados, mas pode haver a obrigação de notificar às autoridades de que alguém necessita de assistência médica.

9.1.4 SEMPRE PEÇA PERMISSÃO ANTES DE PRESTAR QUALQUER TIPO DE CUIDADO.

– **Diga**

“MEU NOME É_____.
EU SOU UM PROVEDOR DE PRIMEIROS SOCORROS.
POSSO AJUDÁ-LO(A)?”.

– **A permissão está implícita caso a pessoa não esteja responsiva.**

9.2 RISCO DE CONTAMINAÇÃO

9.2.1 O risco de contaminação, na maioria dos casos, é mínimo, mas presente.

9.2.2 A contaminação pode acontecer por contato com sangue e outros tecidos corporais contaminados.

9.2.3 Não há transmissão por contato casual.

9.2.4 Não há transmissão através de pele intacta.

9.2.5 Use barreiras para minimizar ainda mais os riscos - EPI.

9.2.6 Se o militar acredita que foi exposto a um patógeno transmitido pelo sangue, procure avaliação médica imediatamente.

9.2.7 Durante um procedimento de Reanimação Cardiopulmonar - RCP, caso não tenha ambu ou *pocket mask* e não se sinta confiante em realizar respiração boca a boca, pode manter o procedimento somente de massagem, porém o recomendado é realizar a ventilação.

9.2.8 PRECAUÇÕES PADRÃO

a) Use Equipamento de Proteção Individual - EPIs;
b) Luvas, protetores faciais, óculos de proteção, roupas;
c) Evite objetos afiados ou pontiagudos contaminados;
d) Descartar objetos afiados ou pontiagudos em recipientes apropriados; e
e) Lave minuciosamente as mãos após prestar os cuidados.

9.3 PASSO A PASSO DOS PRIMEIROS SOCORROS

9.3.1 AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA

– A avaliação da segurança é para evitar que o militar que irá realizar o resgate torne-se mais uma vítima. O primeiro passo na avaliação da segurança é manter a calma, pois garante que o militar irá realizar o procedimento correto.

9.3.2 PASSO A PASSO NA AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA

9.3.2.1 Pare:

a) nesse momento, após ficar calmo, é necessário PARAR o que está fazendo, PENSAR e depois AGIR.

- Por exemplo, numa situação de mergulho foi observado que um dos mergulhadores começou arrastar seu canga pela linha de vida ou linha de canga.

b) Logo de imediato deverá manter a calma, parar o que está fazendo (realizando uma busca, navegando etc), observar que seu dupla está imóvel, ter ciência que seu dupla possivelmente esteja inconsciente e depois agir conforme seu plano em caso de mergulhador inconsciente submerso.

9.3.2.2 Avaliar a situação:

a) Durante a avaliação da segurança é necessário questionar quatro itens:
- A situação é segura?
- É seguro se aproximar?
- Algum perigo?
- Há riscos adicionais?

b) Após o PARE, é necessário avaliar o que houve e seguir os quatro questionamentos na situação de um mergulho em que um mergulhador imóvel é arrastado pela linha de canga, é mais simples e muito provavelmente estará inconsciente. Porém, essa etapa pode ser empregada em outras situações.

- Por exemplo: ao entrar na seção, foi observado um militar deitado no chão, aparentemente inconsciente e ao seu lado havia um fio de energia, provavelmente, esse militar possa estar eletrocutado. Logo, não é seguro se aproximar.

c) Outra situação, ao entrar numa sala, foi observado um militar no chão e foi verificado um forte odor de gás, possivelmente esse militar possa ter se intoxicado com o gás.

d) Além disso, há riscos adicionais, pois pode ocorrer um incêndio e, também, não é seguro se aproximar, pois pode ocorrer uma explosão.

9.3.2.3 Recupere o kit de primeiros socorros, unidade de oxigênio e unidade DEA.

– Numa situação de mergulho, estando submerso, óbvio que esta etapa será pulada. Contudo, após chegar à superfície, o primeiro que observar a situação em curso deverá providenciar esses meios acionando a equipe médica, por exemplo, ou caso alguma situação ocorra numa seção da OM, ou até mesmo no meio civil, isso deverá ser providenciado, solicitado ao SAMU, corpo de bombeiros etc.

9.3.2.4 Exija proteção para exposição – EPI:

– Esse material faz parte do kit primeiros socorros, sua finalidade é proteger o socorrista e auxiliar nos primeiros socorros. Contudo, dependendo do local, nem sempre todos os meios estarão disponíveis. O mínimo necessário como EPI são luvas, ambu e *pocket mask*.

Fig 9.1 – Avaliação da segurança Fonte: manual Diving First Aid for Professional Divers - PADI

9.3.3 ACIONE A EQUIPE MÉDICA OU MANDE ALGUÉM LIGAR PARA O SME IMEDIATAMENTE.

– Caso se depare com uma vítima de bruços, realize o rolamento em bloco para colocá-la em decúbito dorsal. O rolamento em bloco serve para proteger a cervical. Coloque um dos braços junto ao corpo e estenda o outro para trás e gire a vítima para o lado do braço que foi estendido:

Fig 9.2 – Rolamento em bloco Fonte: manual Diving First Aid for Professional Divers - PADI

9.3.4 VERIFICAR ESTADO DE CONSCIÊNCIA

a) Verificar se a vítima está responsiva;
b) Bata com firmeza na clavícula e grite: "**O MILITAR ESTÁ BEM**?";
c) Faça algum estímulo doloroso;
d) Declare seu nome e desejo de ajudar (peça permissão para ajudar);
e) Se o mergulhador acidentado responder, continue com a avaliação secundária;
f) Se o mergulhador acidentado não responder, verifique rapidamente se ele está respirando normalmente;
g) Resumo para verificar estado de consciência:

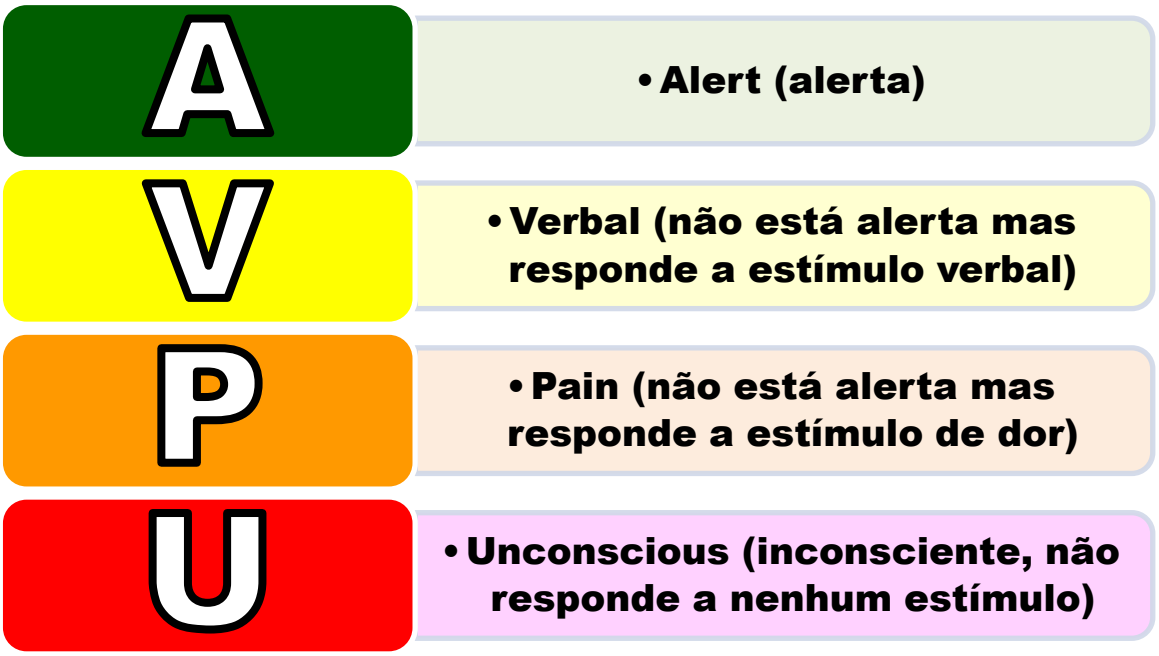


Fig 9.3 – Avaliação do estado de consciência Fonte: manual Diving First Aid for Professional Divers - PADI

9.3.4.1 Em caso de afogamento com vítima responsiva acordada, coloque-a imediatamente na posição de recuperação.

9.3.4.1.1 Posição recomendada para ajudar a proteger as vias aéreas e evitar engasgo. Não utilize em pacientes com suspeita de lesão na coluna. Inicialmente, deite a vítima para seu lado esquerdo, pois, devido à posição do estômago, evita engasgo e melhora a circulação sanguínea. Inclusive, nessa posição pode ser administrado oxigênio 100%.

9.3.4.1.2 Após a vítima ficar estável, caso seja necessário realizar um deslocamento longo, pode ser revezado o lado.

Fig 9.4 – Posição de recuperação

9.3.4.2 Avaliação primária:

9.3.4.2.1 Realizada em vítimas não responsivas. Essa avaliação é para verificar se a vítima está respirando e se o coração está batendo. Também conhecida como protocolo ABC.

9.3.4.2.2 Protocolo ABC: use o acrônimo A-B-C para guiar os esforços de RCP ao responder a um incidente de afogamento ou imersão. A sigla ABC é de palavras em inglês:

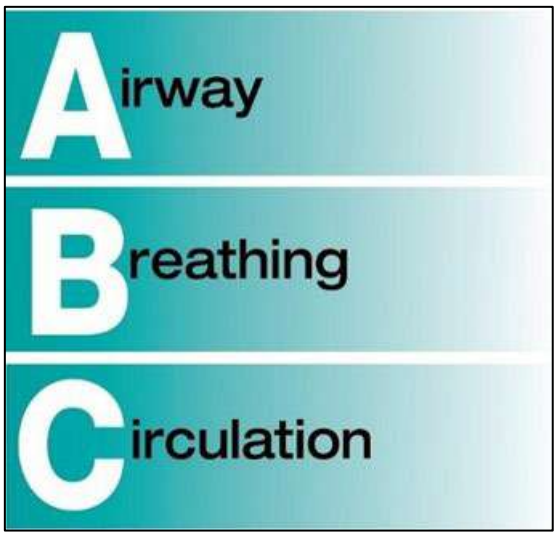


Fig 9.5 – Avaliação primária: protocolo ABC

a) A: VIAS AEREAS (abrir e verificar se há alguma obstrução);
b) B: RESPIRAÇÃO (abrir as vias aéreas e encostar o ouvido próximo do nariz e boca da vítima e olhar para sua caixa torácica – ver, ouvir e sentir por aproximadamente 10 segundos, ver se a caixa torácica irá subir e descer de acordo com a respiração, ouvir a respiração e sentir o ar saindo pela boca e nariz);
c) C: CIRCULAÇÃO (verificar se há batimentos encostando os dedos indicador e médio na carótida);

9.3.4.3 RCP

– A Reanimação Cardiopulmonar é composta pelas ventilações e compressões (massagens cardíacas).

a) Após verificar que a vítima se encontra em parada cardiorrespiratória, realize a RCP começando com duas ventilações;
b) As ventilações devem ser eficientes, podem ser realizadas utilizando o AMBU, *pocket mask* ou boca a boca. A duração de cada ventilação é, em média, 1 segundo com intervalo de 1 segundo entre cada ventilação.

Fig 9.6 – AMBU

Fig 9.7 – Pocket mask

c) As ventilações são importantes, pois cumprem a função dos pulmões. Antes de executar a ventilação, abra as vias aéreas inclinando a cabeça e levantando o queixo da vítima.

d) Crie uma boa vedação com a boca ou com o dispositivo de barreira (ambu ou pocket mask).
e) Na ventilação através da respiração boca a boca o nariz deve ser pinçado com os dedos.
f) As ventilações devem ser suficientes para levantar e abaixar o peito.
g) Quanto às compressões, devem ser realizadas no ponto recomendado, na altura do peito (dois dedos acima da última costela) e na região central.
h) A profundidade correta é 5 a 6 cm. Dessa forma, haverá um melhor bombeamento do sangue.
i) O ritmo correto (frequência) das compressões é de 100 à 120 compressões por minuto.
j) A relação entre ventilações e massagens é de duas ventilações e 30 compressões (2 x 30).
k) O ideal é realizar a RCP em dupla e ter mais pessoas para revezarem, pois é um procedimento cansativo e não deve ser interrompido até a chegada do socorro adequado.

Fig 9.8 – Posicionamento para RCP

9.4 UNIDADE DEA (DESFIBRILADOR EXTERNO AUTOMÁTICO):

9.4.1 Esse equipamento é muito útil e pode salvar a vida de uma pessoa em parada cardiorrespiratória. Conforme os manuais de primeiros-socorros, um batimento cardíaco é acionado por impulsos elétricos. Quando há disfunção desses impulsos elétricos naturais, o coração começa a bater erraticamente. Isso é denominado de fibrilação ventricular. Fibrilação significa espasmo.

9.4.2 A fibrilação ventricular causa ataques cardíacos repentinos. Para fazer com que o coração pare de sofrer espasmos erráticos, um DEA é usado para aplicar um choque elétrico, interrompendo estes espasmos anormais. A interrupção momentânea pode permitir que o coração volte a ter um batimento normal. A potência do choque elétrico em hospitais é regulada manualmente de acordo com o peso do paciente, são 04) watts por quilo. Contudo, os DEA atualmente são padronizados em média 150 watts. Para utilização em crianças, é necessário que tenha um redutor de potência.

9.4.3 COMO FUNCIONAM OS DEAS:

9.4.2.1 O DEA é uma máquina portátil que aplica automaticamente um choque elétrico a um paciente que não esteja respirando normalmente e que o coração parou de bater ou está batendo irregularmente.

9.4.2.2 O DEA é conectado ao paciente por meio de duas pás aplicadas ao peito. Quando o DEA é ligado, um computador interno analisa a necessidade da aplicação de choque elétrico ao paciente.

9.4.2.3 Se o DEA detectar um ritmo cardíaco que requeira um choque, a máquina indicará que é aconselhável aplicá-lo. Dependendo do tipo de DEA, tanto o socorrista irá ativar o choque ou a máquina irá fazer automaticamente.

ATENÇÃO
O EQUIPAMENTO "DEA" DEVERÁ PREFERENCIALMENTE SER OPERADO POR PESSOAL HABILITADO

9.4.4 SEQUÊNCIA DAS AÇÕES PARA UTILIZAÇÃO DO DEA:

a) Verifique o tipo de pá (para criança há o redutor de potência);
b) Conecte as pás corretamente ao DEA;
c) Coloque as pás no paciente nas posições corretas;
d) As pás possuem desenhos indicando o local a serem colocadas;
e) As pás para crianças são colocadas uma na frente e outra à retaguarda conforme indicação dos desenhos em cada pá;
f) Ligue o DEA:
- após ligar o equipamento, as massagens devem ser interrompidas, pois o equipamento irá realizar a avalição da situação do coração;

g) Acione o botão de emissão do choque:
- o equipamento irá informar que é o caso de choque,
- avisará para afastar-se do paciente e
- apertar o botão de emissão de choque;

h) Após o acionamento do choque, uma nova leitura será feita e verificará a necessidade de continuar as massagens cardíacas ou um novo choque.
i) Caso o paciente volte após o choque, deverá ser verificado os batimentos cardíacos e, tendo oxigênio, colocar oxigênio no paciente e manter observação o tempo todo.

9.5 UNIDADE DE OXIGÊNIO

9.5.1 A finalidade desse equipamento é fornecer oxigênio 100% (oxigênio puro) a um mergulhador acidentado consciente ou inconsciente que esteja respirando. Caso não esteja respirando, deverá ser realizada a ventilação com ambu, *pocket mask* ou boca a boca.

9.5.2 O oxigênio é a principal medida de primeiros socorros para acidentes de mergulho autônomo.

9.5.3 O objetivo é fornecer a mais alta concentração de oxigênio possível.

9.5.4 BENEFÍCIOS DA ADMINISTRAÇÃO DE OXIGÊNIO:

- Aceleração da eliminação de gases inertes;
- reduz o tamanho das bolhas e melhora a circulação;
- melhora o fornecimento de oxigênio para os tecidos e
- reduz o inchaço.

9.5.5 É NECESSÁRIO CONHECER, MONTAR E TESTAR A UNIDADE DE FORNECIMENTO DE OXIGÊNIO, QUE É COMPOSTA PELAS PARTES PRINCIPAIS:

- O cilindro,
- manômetro,
- medidor de fluxo,
- máscara oronasal e
- mangueira de pressão intermediária;

9.5.6 SEQUÊNCIA DAS AÇÕES:

a) Realizar a montagem correta do equipamento colocando o conjunto regulador de fluxômetro com manômetro, apertando com uma chave adequada;
b) Instalar a mangueira de pressão intermediária no regulador de fluxômetro e na máscara oronasal.
c) Normalmente o equipamento é guardado montado, ocorrendo isso é necessário verificar se está montado corretamente.
d) Para vítimas de afogamento, o fluxo de oxigênio deve ser contínuo. Nessa situação a saída de oxigênio não para em nenhum momento, somente irá parar quando o cilindro estiver vazio.

9.5.7 APÓS A MONTAGEM, SIGA OS PASSOS:

a) Abrir o cilindro totalmente e voltar ¼ de volta, pois todo equipamento que contém pressão deve ser manuseado dessa forma para evitar que a pressão trave a válvula de abertura);
b) Verificar a pressão de trabalho:
- A pressão de trabalhos dos cilindros cheios do EB é em média 200 Bar.
- A duração de cilindros de oxigênio portáteis comuns varia dependendo do tamanho do cilindro, assim como do fluxo de oxigênio, taxa de consumo e tipo de dispositivo de fornecimento.

- Cilindros de oxigênio portáteis duram de 15 minutos a 60 minutos em fluxo continuo com 15 l/ min.

c) Ajustar o fluxo de oxigênio: agindo no medidor de fluxo para 10 litros por minuto a 15 litros por minuto.

- Vítimas de afogamento ficam com a saturação de oxigênio baixa, por isso o recomendado é nessa faixa citada,10 a 15 l/min e em fluxo contínuo.

d) Verificar se há vazamento:

- Observar todas as conexões verificando se é possível identificar algum som de oxigênio vazando.

e) Colocar a máscara oronasal:

- Colocar a máscara corretamente e prender com o elástico, verificar o ajuste do elástico, esse deve ficar justo para não apertar a cabeça do paciente.

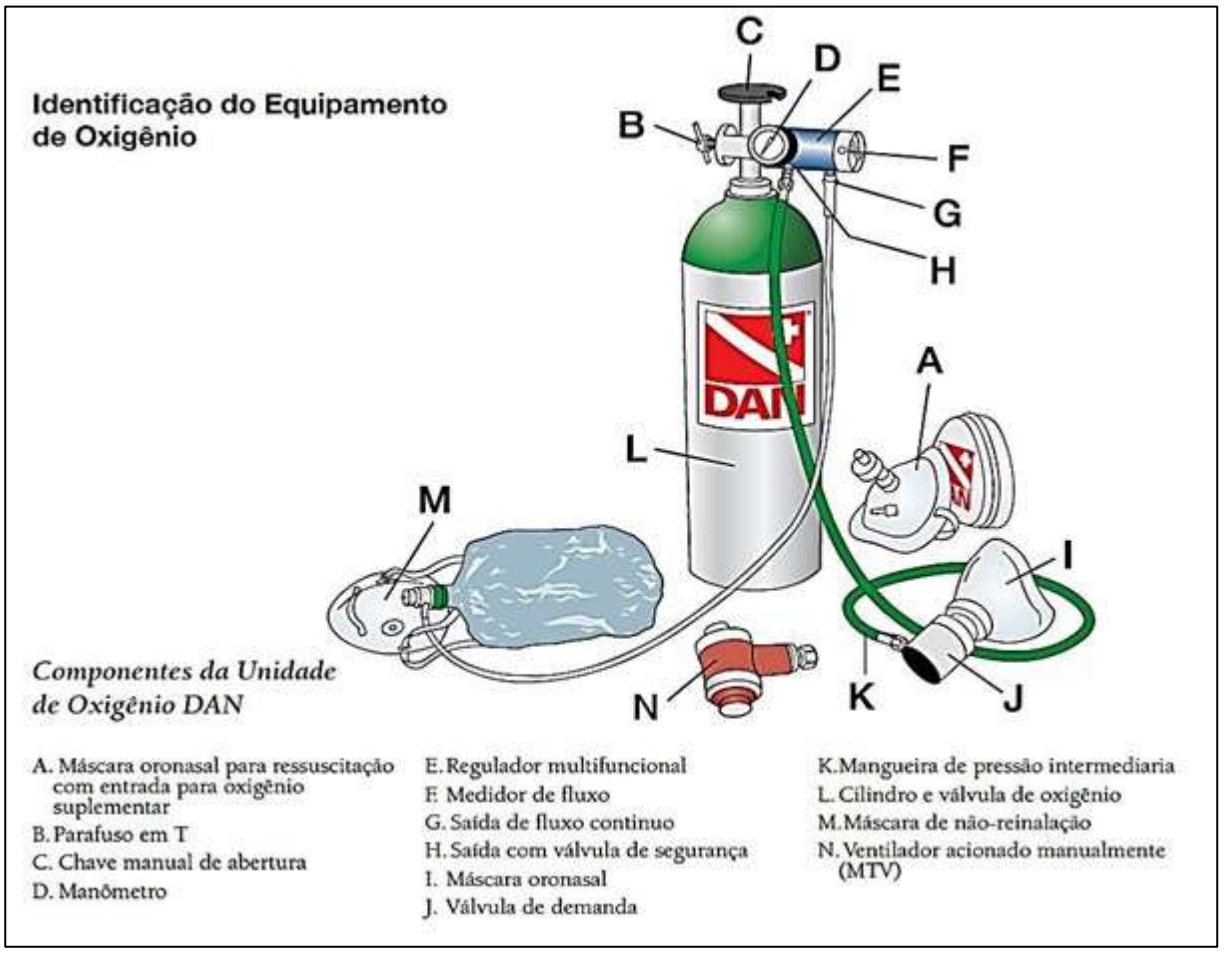


Fig 9.9 – Equipamento de oxigênio Fonte: manual Diving First Aid for Professional Divers - PADI

9.6 AVALIAÇÃO SECUNDÁRIA

– Realizada após o paciente estar consciente. Nessa avaliação são verificadas hemorragias, colocação de curativos, cuidados diversos e como oferecer água, se for o caso.

9.7 EMERGÊNCIAS

9.7.1 ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL (AVC)

a) Principal causa de deficiências de longo prazo.
b) Terceira principal causa de morte.
c) Suspeite de AVC se, na ausência de um trauma na cabeça, houver: perda súbita da função motora; incapacidade de entender ou formular palavras; e perda de campo visual.
d) Lembre-se de F-A-S-T para avaliar a possibilidade de um AVC.

Fig 9.9 – Sigla FAST Fonte: manual Diving First Aid for Professional Divers - PADI

9.7.2 CONVULSÕES

a) Pode se apresentar como um breve estado semelhante a transe ou como contrações do corpo todo.
b) Proteja o paciente de objetos próximos.
c) Tire de perto objetos que possam machucar a pessoa.
d) Chame a equipe médica ou SME.
e) Após a convulsão, realize uma avaliação primária e monitore.

9.7.3 INTOXICAÇÕES POR AR CONTAMINADO

a) Pode ser por ingestão, inalação, injeção ou absorção.
b) Cresce de importância manter o teste hidrostático dos cilindros dentro da validade.
c) Sinais comuns de intoxicação: náusea, dor de cabeça, dor abdominal, estado mental alterado, convulsões, frequência cardíaca irregular, pressão sanguínea anormal, dilatação ou constrição das pupilas, falta de ar, lesões na pele e diarreia.

9.7.4 HIPOTERMIA

a) O corpo não consegue manter sua temperatura interna e se esfria.
b) Sintomas: tremores (atento com estágio severo, pois não há tremores e ocorre apagamento); dedos e lábios azulados (redução do fluxo sanguíneo nas extremidades

do corpo); e perda da coordenação motora, mergulhador confuso e fraco.
c) Tratamento: avalição primária, leve o paciente a um local aquecido, retire a roupa molhada, seque o paciente, reaqueça cobrindo a cabeça, aplique calor no pescoço, axilas e virilha.
d) Tratamento para princípio de hipotermia: banho quente, secar e cobrir o paciente.

9.7.5 EXAUSTÃO POR CALOR

a) Ocorre quando a capacidade do corpo de se resfriar é sobrecarregada.
b) Sintomas: pele pegajosa e fria, transpiração abundante, náusea, tontura, fraqueza e desmaios.
c) Tratamento: avaliação primária, transfira o paciente para uma área fresca e com sombra, retire a roupa e dê até 1 litro de água ao paciente.

9.7.6 INSOLAÇÃO

a) Quadro grave, risco de morte. Ocorre quando as crescentes temperaturas excedem os mecanismos de resfriamento do corpo.
b) Sintomas: temperatura alta e ausência de transpiração, pele quente, seca e corada.
c) Tratamento: avaliação primária, leve o paciente a uma área fresca, retire a roupa do paciente e mergulhe-o em água fria ou coloque toalhas molhadas com água fria.

9.7.7 CONTRA INDICAÇÕES PARA O MERGULHO

a) ABSOLUTAS: asma; enfisema pulmonar; tuberculose; epilepsia; diabete; doenças cardíacas e gravidez.
b) TEMPORÁRIAS: medicações, enjoo (marítimo) e barotraumas.

CAPÍTULO X

PLANEJAMENTO DE MERGULHO COM AR COMPRIMIDO

10.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

10.1.1 O grande risco da atividade de mergulho é decorrente da variação de pressão a que o corpo do mergulhador está sujeito. Em especial, referente à quantidade de gás inerte (nitrogênio) absorvido pelo corpo, que aumentará conforme maior a profundidade do mergulho e o tempo de exposição (tempo de fundo).

10.1.2 Nesse sentido, por meio do estudo da física aliado à prática da atividade de mergulho, ao longo dos anos foram escritas tabelas que trazem esquemas de descompressão, relacionando a profundidade e o tempo de fundo.

10.1.3 Dessa forma, pôde estabelecer uma margem de segurança (limite de tempo) para que o mergulhador possa permanecer submerso na profundidade planejada, bem como um valor residual para fins de planejamento de um mergulho consecutivo.

10.1.4 Todo esse cuidado, durante o deslocamento, vai permitir que os gases dissolvidos no corpo do mergulhador sejam liberados com segurança minimizando os riscos para a saúde do mergulhador em ser acometido por uma Doença Descompressiva. A velocidade de subida deverá ser de 9 metros por minuto (9m/min).

10.1.5 Importante destacar que todas as tabelas elaboradas para mergulho NÃO garantem aos usuários que esses não apresentarão a Doença Descompressiva ao término dos seus mergulhos, mas o uso correto dessas tabelas irá diminuir consideravelmente este risco.

10.1.6 Para tratarmos sobre as tabelas de mergulho, é necessário entender a fraseologia empregada, bem como alguns conceitos específicos conforme seguem.

10.2 DEFINIÇÕES

10.2.1 CONTINGÊNCIAS:

– São quaisquer fatores externos que alterem o metabolismo corpóreo (água fria, corrente muito forte, baixa visibilidade, água muito quente, trabalho extenuante, stress, etc), alterando, assim, a absorção de gases por parte do organismo.

10.2.2 ESQUEMA DE MERGULHO (E):

– Procedimento específico utilizado no planejamento de mergulho que combina profundidade e tempo de fundo. Encontrado na tabela de mergulho por meio de números inteiros nela apresentados. É indicado, em metros (ou pés) por minutos. Ex: mergulho de 18m por 40min, tem-se E: 18/40.

10.2.3 GRUPO REPETITIVO OU DE PRESSÃO (GR ou GP):

– É uma letra que indica a quantidade de Nitrogênio residual no organismo após um dado mergulho.

10.2.4 INTERVALO DE SUPERFÍCIE (IS):

– Tempo passado na superfície entre dois mergulhos. Começa a ser contado quando ele chega à superfície (CS) e termina quando ele a deixa para um segundo mergulho (DS).

10.2.5 MERGULHO SIMPLES:

– Mergulho realizado após um período maior que 12 horas na superfície.

10.2.6 MERGULHO REPETITIVO OU SUCESSIVO:

– Mergulho realizado após intervalo de superfície, maior que 10 minutos e menor que 12 horas. Para este tipo de mergulho, deve-se acrescentar o TNR do mergulho anterior.

10.2.7 NITROGÊNIO RESIDUAL:

– Nitrogênio ainda dissolvido nos tecidos após a chegada à superfície, pois o nitrogênio demora cerca de 12 horas para ser completamente eliminado do organismo.

10.2.8 PROFUNDIDADE:

– Profundidade máxima alcançada durante o mergulho.

10.2.9 PARADA DE DESCOMPRESSÃO:

– Profundidade específica, na qual o mergulhador deverá permanecer por determinado período de tempo, a fim de eliminar os gases inertes. A profundidade é indicada em metros ou pés, e o tempo em minutos.

10.2.10 TEMPO DE FUNDO:

– Tempo total decorrido desde que o mergulhador deixa a superfície (DS) até o instante em que ele deixa o fundo (DF), iniciando a subida (medido em minutos).

10.2.11 TEMPO PARA A PRIMEIRA PARADA (TPP):

– É o tempo gasto pelo mergulhador do momento em que ele inicia a subida até chegar a sua primeira parada descompressiva.

10.2.12 TEMPO TOTAL DE DESCOMPRESSÃO (TTD) OU TEMPO DE SUBIDA (TS):

– É a somatória do tempo que o mergulhador despende desde o início da subida até chegar à superfície. Nos mergulhos descompressivos, esse tempo, que é mensurado em minutos, engloba o tempo para a primeira parada e o tempo de todas as paradas

descompressivas.

10.2.13 TEMPO DE NITROGÊNIO RESIDUAL (TNR):

– O tempo deve ser adicionado ao tempo de fundo de um mergulho sucessivo, de modo a compensar o nitrogênio residual proveniente de um mergulho anterior.

10.2.14 TEMPO TOTAL DE FUNDO (TTF):

– É o somatório do tempo de fundo (TF) com o tempo de nitrogênio residual (TNR). TTF = TF + TNR.

10.2.15 TEMPO TOTAL DE MERGULHO (TTM):

– É o somatório do tempo de fundo (TF) com o tempo total de descompressão (TTD).

10.3 PROFUNDIDADE

10.3.1 Para um bom planejamento e segurança no mergulho, é recomendado que seja aferida a profundidade local.

10.3.2 Existem diversas formas de determinar a profundidade máxima do local onde será realizado o mergulho. O mergulhador vai utilizar os meios que dispuser para descobrir a profundidade do local que pretende mergulhar. Se o mergulhador dispuser de um sonar pode empregá-lo para aferir a profundidade do ponto do mergulho.

Fig 10.1 - Console de um sonar

10.3.3 Dependendo da disponibilidade no local, o mergulhador pode dispor de uma carta náutica. Esse documento apresenta a profundidade da água em diversos pontos dentro de uma determinada região (Fig 10.2).

10.3.4 Não dispondo de um sonar ou de uma carta náutica, o mergulhador pode determinar a profundidade da água utilizando uma poita com um profundímetro e uma

corda. Dependendo velocidade da correnteza, a corda amarrada na poita dificilmente ficará perfeitamente na vertical, sendo assim, a importância do profundímetro para aferir corretamente a profundidade.

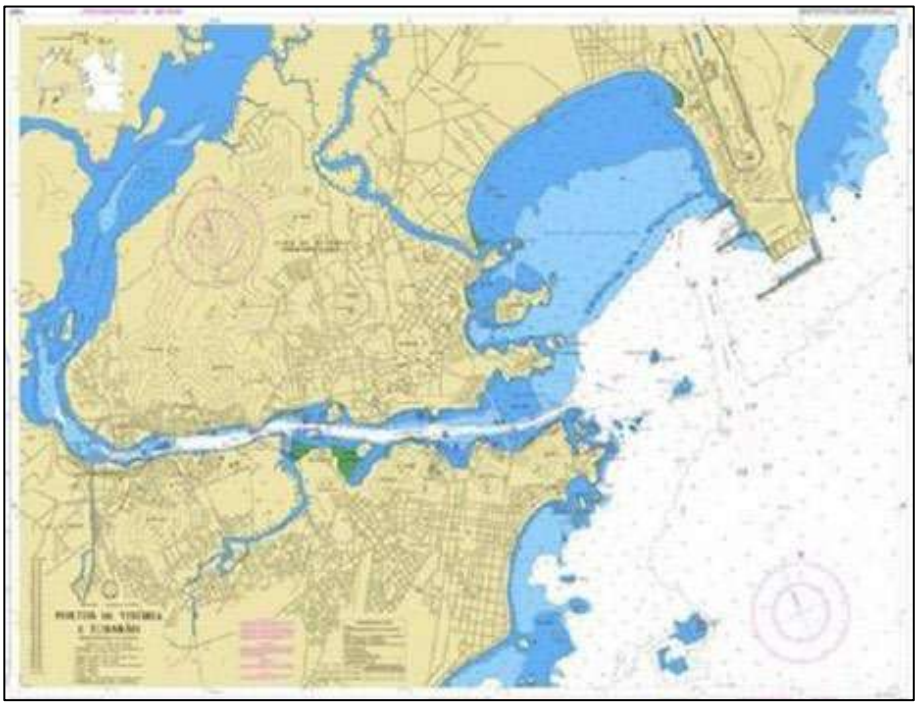


Fig 10.2 - Exemplo de Carta Náutica

10.4 NORMAS PARA MERGULHOS SUCESSIVOS

10.4.1 Será considerado mergulho sucessivo aquele efetuado num intervalo maior que 10 minutos e menor que 12 horas. São necessárias 12 horas para que o corpo elimine o nitrogênio residual dos tecidos. As tabelas de mergulho foram feitas para proteger os mergulhadores do efeito do nitrogênio residual.

10.4.2 Os mergulhos simples são aqueles em que o tempo na superfície é menor de 10 minutos. Para se calcularem as paradas descompressivas, deve-se utilizar a maior profundidade e somar os tempos de fundo dos mergulhos.

10.5 TABELA DE LIMITES SEM DESCOMPRESSÃO

10.5.1 A Tabela I U.S. Navy é utilizada para realizar mergulhos sem descompressão, nela é possível identificar a letra designativa do Grupo Repetitivo.

10.5.2 DADOS PARA UTILIZAÇÃO DA TABELA:

- Na coluna da esquerda encontramos as profundidades em metros;
- Na segunda coluna, encontramos os limites de tempo para mergulhos não descompressivos;
- Nas colunas adjacentes encontram-se os GR;

10.5.3 OBSERVAÇÕES NA UTILIZAÇÃO DA TABELA:

10.5.3.1 Os tempos estão em minutos. Os tempos indicados nas diversas profundidades dentro de cada coluna são o máximo de tempo que o mergulhador poderá permanecer em cada profundidade sem que haja a necessidade de realizar paradas descompressivas.

10.5.3.2 Quando mergulhamos em uma profundidade que não se encontra na tabela, devemos, como medida de segurança, utilizar a profundidade imediatamente superior. Devemos também, por medida de segurança, realizar este procedimento para o tempo de fundo.

10.5.3.3 Para encontrarmos o Grupo Repetitivo (GR) para mergulhos sucessivos, basta seguir a coluna até o topo e verificar o GR correspondente ao mergulho.

Prof (m)	Limites sem Descomp.	GRUPO DE REPETIÇÃO														
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
3		60	120	210	300											
4,5		35	70	110	160	225	350									
6		25	50	75	100	135	180	240	325							
7,5		20	35	55	75	100	125	160	195	245	315					
9		15	30	45	60	75	95	120	145	170	205	250	310			
10,5	310	5	15	25	40	50	60	80	100	120	140	160	190	220	270	310
12	200	5	15	25	30	40	50	70	80	100	110	130	150	170	200	
15	100		10	15	25	30	40	50	60	70	80	90	100			
18	60		10	15	20	25	30	40	50	55	60					
21	50		5	10	15	20	30	35	40	45	50					
24	40		5	10	15	20	25	30	35	40						
27	30		5	10	12	15	20	25	30							
30	25		5	7	10	15	20	22	25							
33	20			5	10	13	15	20								
36	15			5	10	12	15									
39	10			5	8	10										
42	10			5	7	10										
45	5			5												
48	5				5											
51	5				5											
54	5				5											
57	5				5											

Fig 10.3 – Tabela para obtenção do Grupo Repetitivo após mergulho Fonte: 1ª Parte da Tabela II – U.S. Navy

10.6 TABELA PARA OBTENÇÃO DO TEMPO DE NITROGÊNIO RESIDUAL (Tabela II - U.S. Navy)

10.6.1 É utilizada para a determinação do GR para mergulhos sucessivos. Todas as tabelas de mergulho levam em consideração que o mergulhador tem somente nitrogênio residual dissolvido no seu organismo (condição normal). No caso de omissão do TNR, no planejamento de mergulhos repetitivos, há grande risco de DD.

10.6.2 UTILIZAÇÃO DA TABELA

10.6.2.1 O intervalo de tempo está em horas e minutos (HH:MM). O intervalo de tempo na superfície deve ser maior que 10 minutos para ser considerado como mergulho sucessivo.

10.6.2.2 O mergulhador deverá buscar o GR do mergulho anterior e subir a coluna deste GR até o intervalo de tempo entre os mergulhos. A partir deste intervalo, seguir a linha até encontrar o novo GR.

10.6.2.3 Os mergulhos realizados depois de um intervalo na superfície de 12 horas não serão considerados mergulhos sucessivos, pois considera-se que o corpo já terá eliminado o nitrogênio residual.

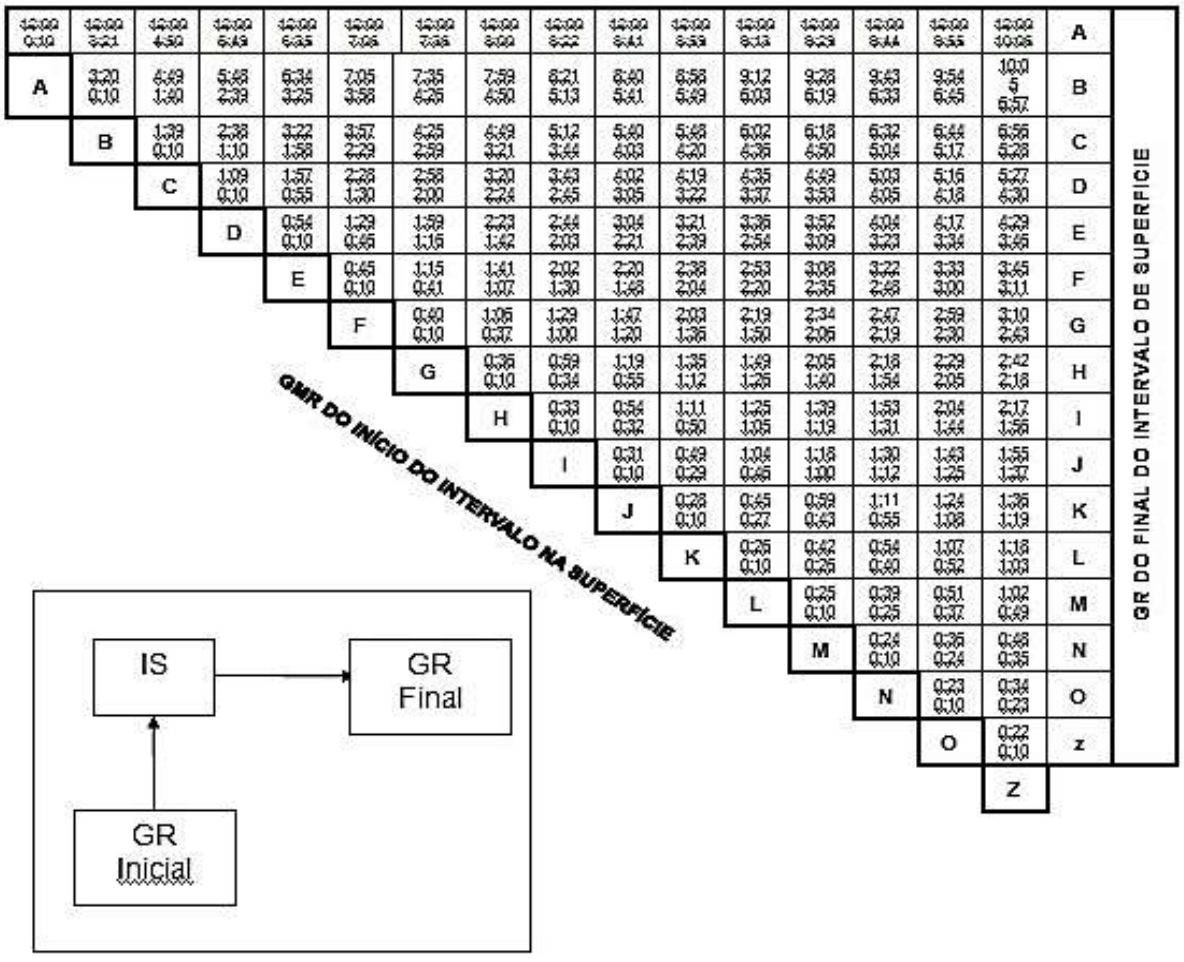


Fig 10.4 – Tabela para obtenção do Grupo Repetitivo após intervalo de superfície Fonte: 1ª Parte da Tabela II – U.S. Navy

10.6.3 Os tempos incluídos nesta tabela são denominados de Tempo de Nitrogênio Residual (TNR), representado em minutos. O TNR corresponde à quantidade de nitrogênio residual que permanece retida nos tecidos após a realização de um determinado mergulho. Esta tabela deverá ser utilizada quando deseja-se realizar um mergulho de repetição.

Fig 10.5 – Nitrogênio Residual

GR	TEMPO DE NITROGÊNIO RESIDUAL																		
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57
A	39	18	12	7	6	5	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
B	88	39	25	17	13	11	9	8	7	7	6	6	6	5	5	4	4	4	4
C	159	62	39	25	21	17	15	13	11	10	10	9	8	7	7	6	6	6	6
D	279	88	54	37	29	24	20	18	16	14	13	12	11	10	9	9	8	8	8
E		120	70	49	38	30	26	23	20	18	16	15	13	12	12	11	10	10	10
F		159	88	61	47	36	31	28	24	22	20	18	16	15	14	13	12	11	10
G		208	109	73	56	44	37	32	29	26	24	21	19	18	17	16	15	14	13
H		279	132	87	66	52	43	38	33	30	27	25	22	20	19	18	17	16	15
I		399	159	101	76	61	50	43	38	34	31	28	25	23	22	20	19	18	17
J			190	116	87	70	57	48	43	38	34	32	28	26	24	23	22	20	19
K			229	138	99	79	64	54	47	43	38	35	31	29	27	26	24	22	21
L			279	161	111	88	72	61	53	48	42	39	35	32	30	28	26	25	24
M			349	187	124	97	80	68	58	52	47	43	38	35	32	31	29	27	26
N			469	213	142	107	87	73	64	57	51	46	40	38	35	33	31	29	28
O				241	160	117	96	80	70	62	55	50	44	40	38	36	34	31	30
Z				257	169	122	100	84	73	64	57	52	46	42	40	37	35	32	31

Fig 10.6 – Tabela para obtenção do Grupo Repetitivo após intervalo de superfície Fonte: 2ª Parte da Tabela II – U.S. Navy

10.7 TABELA PADRÃO DE DESCOMPRESSÃO A AR (Tabela V–U.S Navy) – ANEXO A

10.7.1 Essas tabelas são empregadas quando o tempo de subida não é suficiente para levar a quantidade de nitrogênio residual em nosso organismo a níveis seguros, sendo necessário realizar paradas descompressivas. A tabela, nesse caso, determina que se façam paradas em profundidades estabelecidas por um período de tempos pré-deteminado.

10.7.2 Relembrando que a parada descompressiva NÃO elimina todo o nitrogênio excedente em no organismo, mas o reduz sensivelmente a concentrações seguras.

10.7.3 O mergulhador, ao iniciar suas paradas descompressivas, deve realizar uma subida mais lenta. A velocidade de subida entre as paradas descompressivas deve ser de 3 metros por minuto (3m/min).

10.7.4 UTILIZAÇÃO DA TABELA

10.7.4.1 Todas as Tabelas de descompressão começam nos limites não descompressivos de qualquer profundidade.

10.7.4.2 Durante a parada descompressiva, o mergulhador deverá manter o peito (pulmão) o mais próximo da profundidade indicada, bem como permanecer o mais calmo possível, de modo a não realizar esforço excedente durante a descompressão.

10.7.4.3 Toda vez que encontrarmos um asterisco como GR no final de um planejamento de um mergulho descompressivo, devemos consultar a Tabela I (Mergulho não descompressivo) para obtermos o respectivo GR.

10.8 APLICAÇÃO DA TABELA DE MERGULHO

10.8.1 EXERCÍCIO DE EXEMPLO: planejar um mergulho sucessivo com os seguintes parâmetros:

- 1º Mergulho E:21/20;
- Intervalo de Superfície de 04h00 min; e
- 2º Mergulho E:18/25.

10.8.2 O primeiro passo é montar o nosso perfil de mergulho e consultar a Tabela I da US Navy, inserindo os dados informados, verificando se os dados planejados estão condizentes. Caso não apareça na tabela, utilizar os procedimentos de arredondamento.

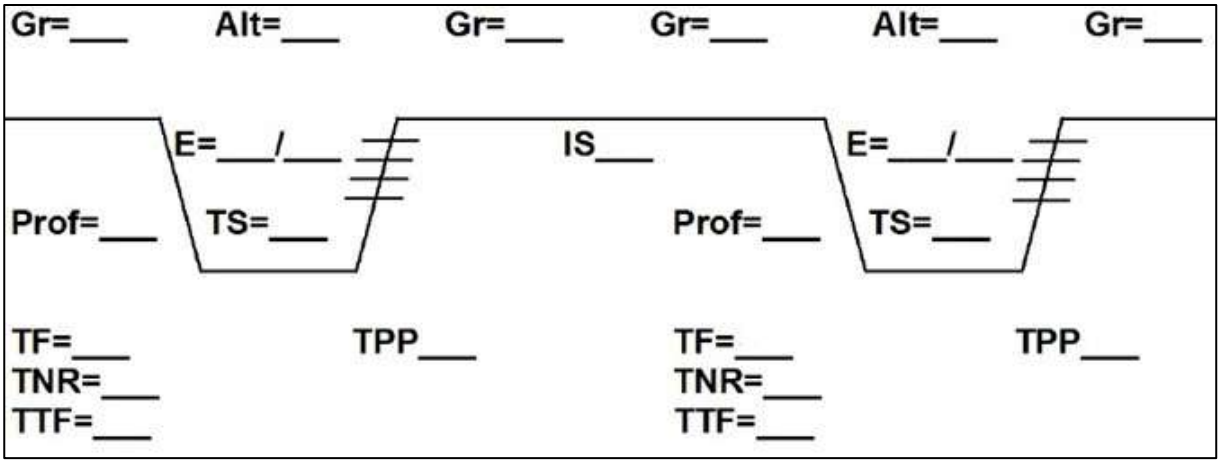


Fig 10.6 – Perfil de Mergulho

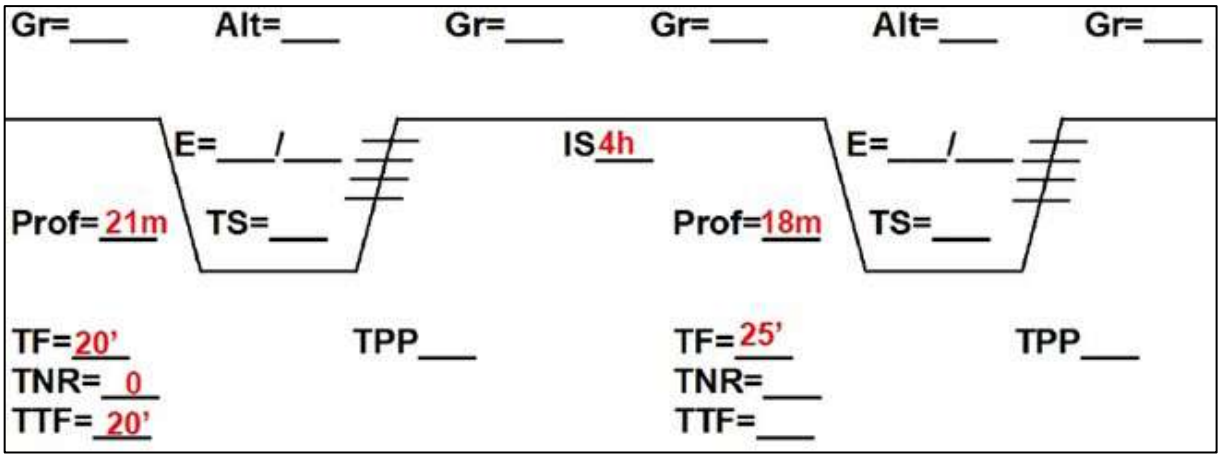


Fig 10.6 – Inserção dos dados iniciais

10.8.3 Os valores são obtidos da seguinte forma, analisando a Tabela I da US Navy, procurar pelos valores inteiros na coluna da profundidade, depois o do tempo de fundo correspondente (Fig 10.7).

Prof (m)	Limites sem Descomp.	GRUPO DE REPETIÇÃO														
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
3		60	120	210	300											
4,5		35	70	110	160	225	35									
6		25	50	75	100	135	18									
7,5		20	35	55	75	100	125	160	195	245	315					
9		15	30	45	60	75	95	120	145	170	205	250	310			
10,5	310	5	15	25	40	50	60	80	100	120	140	160	190	220	270	310
12	200	5	15	25	30	40	50	70	80	100	110	130	150	170	200	
15	100		10	15	25	30	40	50	60	70	80	90	100			
18	60		10	15	20	25	30	40	50	55	60					
21	50		5	10	15	20	30	35	40	45	50					
24	40		5	10	15	20	25	30	35	40						
27	30		5	10	15	20	25	30	30							
30	25		5	7	10	15	20	22	25							
33	20			5	10	13	15	20								
36	15			5	10	12	15									
39	10			5	8	10										
42	10			5	7	10										
45	5			5												
48	5				5											
51	5				5											
54	5				5											
57	5				5											

E = 21/20, GR = E

Prof = 21m

Tempo = 20'

Figura 10.7 - Emprego da Tabela I US Navy

10.8.4 O dado final obtido da Tabela I da US Navy, é o GR, o qual utilizaremos como referência para empregar na Tabela II da US Navy.

10.8.5 Nela empregaremos os dados do IS e obteremos o novo GR (Fig 10.8).

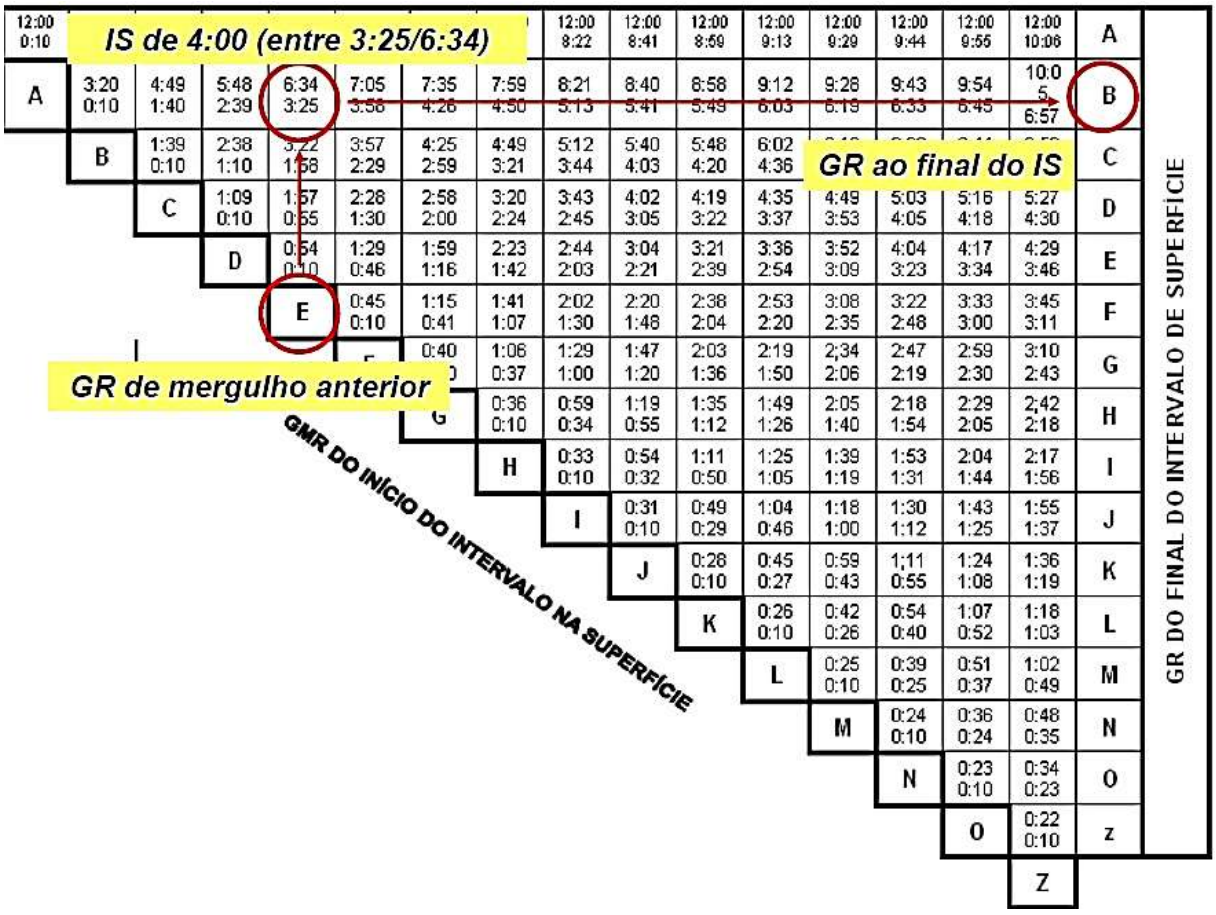


Figura 10.8 - Emprego da Tabela II US Navy

10.8.6 Neste momento empregamos o intervalo de tempo do IS compreendido na tabela para obter o GR que será convertido em TNR para o próximo mergulho.

10.8.7 Novamente o perfil de mergulho é preenchido e com os dados obtidos, utilizaremos os dados da 2ª Parte da Tabela II da US Nav.

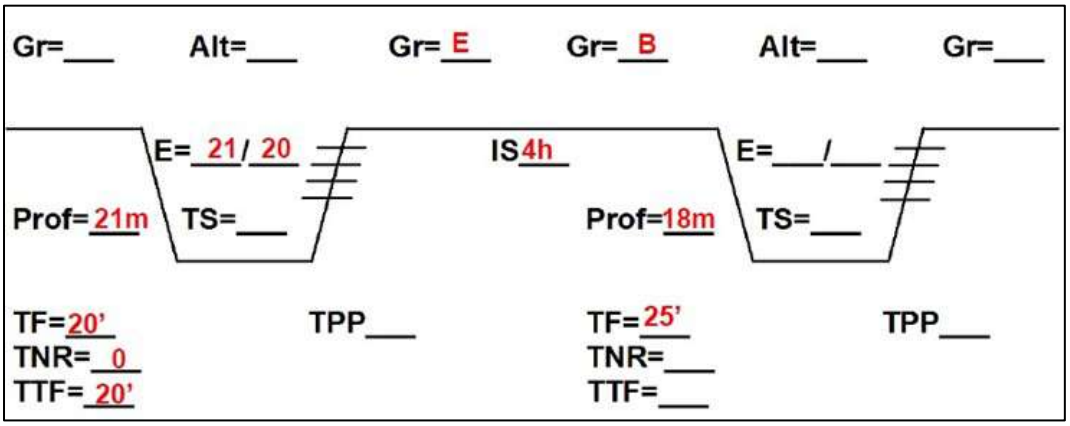


Figura 10.9 - Inserção dos dados

10.8.8 No próximo passo, emprega-se o GR obtido e a profundidade que se deseja realizar em no planejamento no segundo mergulho.

GR	PROFUNDIDADE DE TEMPO DE NITROGÊNIO RESIDUAL																		
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57
A	39	18	12	7	6	5										2	2	2	2
B	~~88~~	~~39~~	~~25~~	~~17~~	~~13~~	11	9	8	7	7	6	6	6	5	5	4	4	4	4
C	159	62	39	25	21	17	15	1						7	7	6	6	6	6
							24	20	1					10	9	9	8	8	8
E						30	26							12	12	11	10	10	10
F		159	88	61	47	36	31	28	24	22	20	18	16	15	14	13	12	11	10
G		208	109	73	56	44	37	32	29	26	24	21	19	18	17	16	15	14	13
H		279	132	87	66	52	43	38	33	30	27	25	22	20	19	18	17	16	15
I		399	159	101	76	61	50	43	38	34	31	28	25	23	22	20	19	18	17
J			190	116	87	70	57	48	43	38	34	32	28	26	24	23	22	20	19
K			229	138	99	79	64	54	47	43	38	35	31	29	27	26	24	22	21
L			279	161	111	88	72	61	53	48	42	39	35	32	30	28	26	25	24
M			349	187	124	97	80	68	58	52	47	43	38	35	32	31	29	27	26
N			469	213	142	107	87	73	64	57	51	46	40	38	35	33	31	29	28
O				241	160	117	96	80	70	62	55	50	44	40	38	36	34	31	30
Z				257	169	122	100	84	73	64	57	52	46	42	40	37	35	32	31

Prof do mergulho sucessivo

GR do início do mergulho sucessivo

TNR = 11'
TF = 25'
TTF = 11'+25' = 36'

Figura 10.10 - Utilização da 2ª Parte da Tabela II da US Navy

10.8.9 Mais uma vez fazemos a atualização do perfil de mergulho, inserindo os dados do TNR.

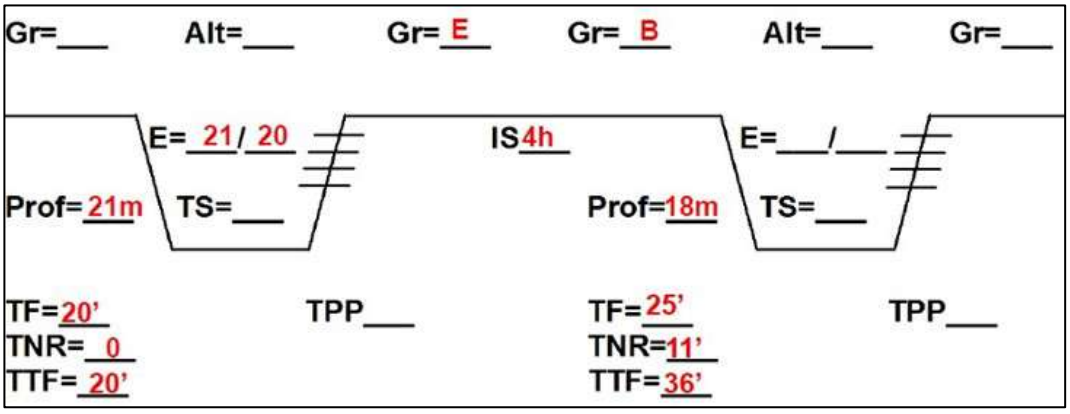


Figura 10.11 - Dados do TNR inseridos

10.8.10 Neste momento obtemos informações que implicaram alterações no nosso Esquema de Mergulho, planejamento teórico, uma vez que devemos somar o TNR ao nosso TF para obter o TTF.

10.8.11 Cabe ressaltar que o planejamento para fins de verificação da execução será divergente dos dados iniciais que foram previstos, mas a execução (prática) será mantida.

10.8.12 Neste exemplo o 2º mergulho terá duração de 25 min, porém para segurança do mergulhador e para reduzir o risco do mesmo ser acometido por uma DD.

– Devemos planejar o 2º mergulho como se o mesmo fosse realizado durante 40 min, obtendo o Esquema do 2º Mergulho (Fig 10.12).

Prof (m)	Limites sem Descomp.	GRUPO DE REPETIÇÃO														
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
3		60	120	210	300											
4,5		35	70	110	160	225	350									
6		25	50	75	100	135	180	240	32							
7,5		20	35	55	75	100	125	160	19							
9		15	30	45	60	75	95	120	145	170	205	250	310			
10,5	310	5	15	25	40	50	60	80	100	120	140	160	190	220	270	310
12	200	5	15	25	30	40	50	70	80	100	110	130	150	170	200	
15	100		10	15	25	30	40	50	60	70	80	90	100			
18	60		10	15	20	25	30	40	50	55	60					
21	50		5	10	15	20	30	35	40	45	50					
24	40		5	10	15	20	25	30	40							
27	30		5	10	12	15	20	25	30							
30	25		5	7	10	15	20	22	25							
33	20			5	10	13	15	20								
36	15			5	10	12	15									
39	10			5	8	10										
42	10			5	7	10										
45	5			5												
48	5				5											
51	5				5											
54	5				5											
57	5				5											

E = 18/40, GR = G

Prof = 18m

TTF = 36'

Figura 10.12 - Obtenção Esquema do 2º Mergulho

10.8.13 Por fim, tendo enquadrado o mergulho dentro dos limites da tabela, damos por encerrado o nosso perfil de mergulho ao inserir o GR final.

10.9 CONTINGÊNCIAS

10.9.1 As contingências, como vimos anteriormente, são fatores externos que influenciam diretamente a absorção de gás, pelo organismo do mergulhador.

10.9.2 QUANDO VERIFICADA A OCORRÊNCIA DE ALGUMA, DEVEMOS ADOTAR AS SEGUINTES MEDIDAS:

10.9.3 01 (uma) contingência: devemos utilizar o TF imediatamente superior dentro da mesma profundidade.

10.9.4 02 (duas) ou 03 (três) contingências: devemos primeiramente utilizar a

profundidade imediatamente superior e depois o TF imediatamente superior.

10.9.5 04 (quatro) contingências ou mais: abortar o mergulho ou tomar alguma medida para que sejam suprimidas até o número de no máximo três contingências.

10.9.6 IMPORTANTE: não devemos utilizar a contingência na 2ª Parte da Tabela US Navy (Obtenção de TNR).

10.10 CORREÇÃO DE PROFUNDIDADE PARA MERGULHOS EM ALTITUDE

10.10.1 Mergulhos em altitude requerem maior cuidado ao se realizar o processo de descompressão. Uma vez que o mergulhador será exposto a uma pressão ambiente menor que 1 ATA, quando retornar à superfície, a quantidade de gás inerte que seria tolerável pelo organismo ao nível do mar não será em grandes altitudes.

10.10.2 Desse modo, é necessário converter a profundidade real do mergulho em uma profundidade equivalente que determine um esquema de descompressão condizente com o mergulho que será realizado.

10.10.3 Não quer dizer que o mergulho será realizado a uma profundidade maior do que se planeja, e sim que o esquema de descompressão a ser utilizado para o mergulho não será determinado apenas pela profundidade e tempo de fundo, mas também pela altitude do local a ser realizada a atividade.

10.10.4 Existem dois métodos para corrigir a profundidade de um mergulho em altitude: o método empírico ou pelo emprego da Tabela de Profundidade Equivalente para Mergulho em Altitude.

10.10.5 Pelo método empírico deve-se multiplicar a profundidade planejada para o mergulho pelo fator de correção adequado (Tab 10.1).

10.10.6 Exemplo: será realizado um mergulho até a profundidade de 45 m em um local com altitude de 500 m.

ALTITUDE (m)	FATOR DE CORREÇÃO
0 a 100	1.00
100 a 300	1.25
300 a 2000	1.33
2000 a 3000	1.50

Tab 10.1 - Tabela de fatores de correção para Mergulho em Altitude

10.10.7 De acordo com a tabela de fatores de correção, para uma altitude de 500 m, o fator adequado é 1.33. Escolhido o fator adequado, basta multiplicá-lo pela profundidade que se pretende atingir, no caso 45 m, e se descobre qual a profundidade equivalente. Sendo a profundidade de 59.985 m (aprox 60m).

10.10.8 Não significa que se deve mergulhar (neste local) até a profundidade de 60 m,

mas sim que o Esquema de Mergulho selecionado deva admitir como se fosse um mergulho a 60 m no nível do mar.

10.10.9 O outro método de determinar a profundidade equivalente é pelo uso da Tabela de Profundidade Equivalente para Mergulho em Altitude (Fig 10.14). Para isso, é feita a conversão identificando os dados de altitude local (identificados na parte superior da tabela), e profundidade real (coluna da esquerda) que o mergulhador será submetido. Dessa forma, obteremos a profundidade teórica (parte central) para fins de planejamento e emprego do Esquema de Mergulho.

Prof (m)	*Altitude do lugar do mergulho em metros*									
	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000
	PROFUNDIDADE TEÓRICA									
3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5
6	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9
9	9	10	10	11	11	11	12	12	13	13
12	12	13	14	14	15	15	16	17	17	18
15	16	16	17	18	18	19	20	20	21	22
18	19	19	20	21	22	23	24	25	26	27
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
24	25	26	27	28	29	30	31	33	34	35
27	28	30	31	32	33	34	35	37	38	40
30	31	33	34	35	37	38	40	41	43	44
34	35	36	37	39	40	42	43	45	47	49
37	38	39	41	42	44	45	47	49	51	53
40	41	43	44	46	48	49	51	53	55	58
43	44	46	48	50	51	53	55	57	59	62
46	47	49	51	53	55	57	59	62	64	66
49	51	52	54	56	59	61	63	66	68	71
52	54	55	58	60	62	65	67	69	72	75
55	57	59	61	63	66	68	71	74	76	80
58	60	62	65	67	69	72	75	78	81	84
61	63	66	68	70	73	76	79	82	85	88
64	66	69	71	74	77	80	83	86	89	93
67	69	72	75	77	80	84	87	90	94	97
70	73	75	78	81	84	87	91	94	99	102
73	76	76	81	84	88	91	94	98	102	106
76	79	82	85	88	91	95	98	102	106	111

Fig 10.14 - Tabela de Profundidade Equivalentes para Mergulhos em Altitude

10.10.10 Da mesma forma em que é determinada a profundidade equivalente para o mergulho, devem-se corrigir as profundidades nas quais serão realizadas as paradas para descompressão. Em virtude da variação da pressão atmosférica, as Paradas Descompressivas poderão ser realizadas em profundidades mais rasas, comparando-se com o que seria praticado a nível do mar. Para determinação dessas novas paradas, empregamos a Tabela de Profundidades equivalentes (Fig 10.15).

10.10.11 A forma de utilização é similar à da Tabela de Prof Equivalentes (Fig 9.11), observação apenas quanto à utilização dos dados, uma vez que, diferentemente da tabela citada, o valor obtido da interseção será a profundidade real de execução da Parada Descompressiva.

Prof (m)	Altitude do lugar do mergulho em metros									
	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000
	PROFUNDIDADE REAL DAS PARADAS EM METROS									
3	3	3	3	3	2,5	2,5	2,5	2	2	2
6	6	6	5,5	5	5	4,5	4,5	4,5	4	4
9	9	8,5	8	8	7,5	7	7	6,5	6,5	6,5
12	12	11	11	10	10	9,5	9,5	9	9	8,5

Fig 10.15 - Paradas Descompressivas Equivalentes

10.11 NITROGÊNIO RESIDUAL EM ALTITUDE

10.11.1 Ao nível do mar, o organismo humano possui uma quantidade de nitrogênio dissolvido em seus tecidos, com o aumento da altitude e consequente diminuição da pressão ambiente, esse nitrogênio começa a ser liberado o que pode ser um risco para a saúde do mergulhador até que esse nitrogênio seja equalizado. Dessa forma, a simples variação de altitude do mergulhador pode ser convertida em um grupo de repetição que pode ser utilizada de forma análoga ao mergulho sucessivo.

10.11.2 A tabela de Grupos Repetitivos para Mergulhos em Altitude (Tab 10.2) fornece os grupos de repetição associados à variação de altitude com relação ao deslocamento de um mergulhador do nível do mar para a localidade mais elevada, onde será realizado o mergulho.

ALTITUDE (m)	FATOR DE CORREÇÃO
300	A
600	B
900	B
1200	C
1500	D
1800	E
2100	E
2400	F
2700	G
3000	H

Tab 10.2 - Grupos de repetitivos para mergulhos em altitude

10.11.3 Forma de utilização, como exemplo, imagina-se um mergulhador que está ao nível do mar e deverá se deslocar para uma localidade que tem a altitude de 1.200m, onde esse realizará um mergulho a uma profundidade de 30 m. Ao chegar ao destino, ele passa 5 horas até ficar pronto para iniciar o mergulho.

10.11.4 Utiliza-se o grupo de repetição “C” (Tab 10.2) e, com essa informação, emprega a Tabela II da US Navy, utilizando o tempo de 5 horas como intervalo de superfície e a profundidade do mergulho sucessivo de 30 m.

10.12 VOO APÓS O MERGULHO

10.12.1 Como vimos anteriormente, o nosso organismo acaba retendo o nitrogênio (residual) dissolvido no organismo, uma vez que não é totalmente liberado logo após o mergulho, parte prossegue sendo liberado em um período de até 24 horas, até que o organismo entre novamente em saturação com as condições ambientes da superfície.

10.12.2 Viajar de avião nesse intervalo, oferecerá uma pressão ambiente reduzida ao mergulhador, especialmente quando se trata de aviões com cabines que não são pressurizadas.

10.12.3 A diminuição da pressão ambiente pode ser perigosa nesse período e, quanto maior for a dissolução de gases inertes no organismo, maior será o risco.

10.12.4 Existe um anexo da Tabela US Navy (Fig 10.16) que é própria para esse planejamento, nela são apresentados os intervalos de superfície necessários para realizar voos com segurança após a execução de mergulhos.

Grupo Repetitivo	Aumento de altitude (ft)									
	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
A	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	**0:00**	0:00	0:00
B	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	**0:00**	0:00	1:42
C	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	**0:00**	1:48	6:23
D	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	**1:45**	5:24	9:59
E	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	1:37	**4:39**	8:18	12:54
F	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	1:32	4:04	**7:06**	10:45	15:20
G	0:00	0:00	0:00	0:00	1:19	3:38	6:10	**9:13**	12:52	17:27
H	0:00	0:00	0:00	1:06	3:10	5:29	8:02	**11:04**	14:43	19:18
I	0:00	0:00	0:56	2:45	4:50	7:09	9:41	**12:44**	16:22	20:58
J	0:00	0:41	2:25	4:15	6:19	8:39	11:11	**14:13**	17:52	22:27
K	0:30	2:03	3:47	5:37	7:41	10:00	12:33	**15:35**	19:14	23:49
L	1:45	3:18	5:02	6:52	8:56	11:15	13:48	**16:50**	20:29	25:04
M	2:54	4:28	6:12	8:01	10:06	12:25	14:57	**18:00**	21:38	26:14
N	3:59	5:32	7:16	9:06	11:10	13:29	16:02	**19:04**	22:43	27:18
O	4:59	6:33	8:17	10:06	12:11	14:30	17:02	**20:05**	23:43	28:19
Z	5:56	7:29	9:13	11:03	13:07	15:26	17:59	**21:01**	24:40	29:15

Exposição Excepcional: esperar 48 h antes de elevações de altitude.

NOTA 1 Use o maior Grupo Repetitivo das últimas 24 h.
NOTA 2 Para altitudes superiores a 10000 ft, consulte a NAVSEA 00C.
NOTA 3 Para vôos comerciais, utilize 8000 ft como valor nominal.
NOTA 4 Nenhum intervalo de superfície é necessário se o local de mergulho está a 8000 ft ou mais.
NOTA 5 Para mergulhos utilizando HELIOX, sem saturação, aguardar 12 h se não houver parada descompressiva; caso contrário, esperar 24 h.

Fig 10.16 - Extrato da Tabela 9-6 -6 Intervalo de superfície necessário antes do aumento de altitude depois do mergulho

10.12.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE ESSA TABELA:

10.12.5.1 Utilizar o maior GR obtido nas últimas 24h;.

10.12.5.2 Só pode ser empregada para aeronaves que atinjam a altitude de 10.000 pés ou menor.

10.12.5.3 Para voos comerciais, deve-se levar em consideração a altitude equivalente de pressurização de 8.000 pés, porém varia entre os modelos de aeronaves.

10.12.5.4 Caso o local de mergulho seja situado a 8.000 pés ou acima, o intervalo de superfície poderá ser omitido.

10.12.5.5 Se o grau de exposição for mais elevado ou a altitude de voo maior do que a prevista, o mergulhador deverá aguardar 48h antes de realizar o deslocamento aéreo.

10.12.5.6 A grosso modo, por medidas de segurança, recomenda-se aguardar os seguintes intervalos de tempo antes de uma decolagem em aeronaves com cabines pressurizadas:

- 10.12.5.7 12h após o término de um mergulho não-descompressivo; e
- 10.12.5.8 24h após o término de um mergulho descompressivo.

10.12.5.9 Evacuações aeromédicas, em cabines não pressurizadas deverão, se possível, ser realizadas abaixo dos 1000ft.

10.12.6 A SEGUIR, APRESENTAMOS UMA TRANSCRIÇÃO DA TABELA US NAVY DE INTERVALOS DE SUPERFÍCIE ANTES DE DECOLAGEM (TAB 10.3), NA QUAL CONSTATAMOS OS SEGUINTES DADOS:

10.12.6. 1 Na coluna da esquerda, consta o GR ao final do último mergulho realizado;

10.12.6.2 Na parte superior, a Diferença de Altitude (em pés) que a aeronave está prevista realizar o deslocamento – Plano de Voo;

10.12.6.3 Na parte central, consta o tempo (HH:MM) que o mergulhador deverá esperar na superfície antes de embarcar na aeronave e prosseguir em destino.

GR	Diferença de Altitude (pés)									
	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
A	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
B	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	01:42
C	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	01:48	06:23
D	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	01:45	05:24	09:59
E	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	01:37	04:39	08:18	12:54
F	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	01:32	04:04	07:06	10:45	15:20
G	00:00	00:00	00:00	00:00	01:19	03:38	06:10	09:13	12:52	17:27
H	00:00	00:00	00:00	01:06	03:10	05:29	08:02	11:04	14:43	19:18
I	00:00	00:00	00:56	02:45	04:50	07:09	09:41	12:44	16:22	20:58
J	00:00	00:41	02:25	04:15	06:19	08:39	11:11	14:13	17:52	22:27
K	00:30	02:03	03:47	05:37	07:41	10:00	12;33	15:35	19:14	23:49
L	01:45	03:18	05:02	06:52	08:56	11:15	13:48	16:50	20:29	25:04
M	02:54	04:28	06:12	08:01	10:06	12:25	14:57	18:00	21:38	26:14
N	03:59	05:32	07:16	09:06	11:10	13:29	16:02	19:04	22:43	27:18
O	04:59	06:33	08:17	10:06	12:11	14:30	17:02	20:05	23:43	28:19
Z	05:56	07:29	09:13	11:03	13:07	15:26	17:59	21:01	24:40	29:15

Tab 10.3 – Transcrição da Tab 9-6 da US Navy - Intervalos de superfície para voos após mergulhos.

10.13 APLICAÇÃO DA TABELA COM DADOS DE UM MERGULHO DESCOMPRESSIVO EM ALTITUDE

10.13.1 UTILIZAÇÃO DAS TABELAS PARA REALIZAÇÃO DE UM MERGULHO COM OS SEGUINTES PARÂMETROS:

– Um mergulho realizado após deslocamento aéreo em um local situado a 1800 m de altitude; intervalo entre o 1º mergulho e o pouso foi de 01h30'.
– O mergulho foi planejado para ser executado durante 25 min em uma profundidade máxima de 30 m.

10.13.2 Nesta situação o primeiro procedimento é empregar a Tab 10.3 citada anteriormente para verificar o GR obtido pelo deslocamento aéreo (Fig 10.17).

Altitude (m)	Grupo Repetitivo
300	A
600	B
900	B
1200	C
1500	D
1800	E
2100	E
2400	F
2700	G
3000	H

Fig 10.17 - GR pós voo

10.13.3 O segundo passo é inserir os dados no nosso perfil de mergulho, conforme segue:

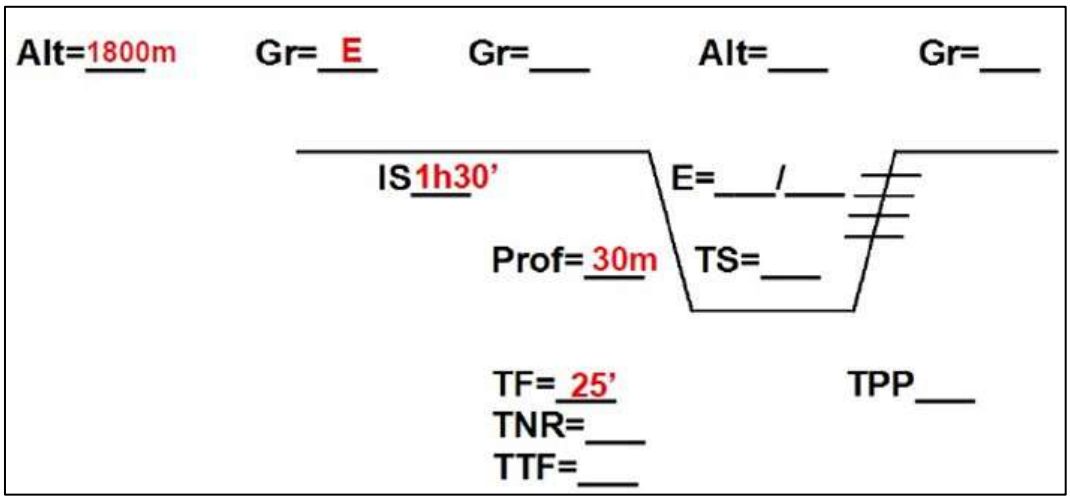


Fig 10.18 - Perfil de Mergulho preenchido

10.13.4 Para verificar a quantidade de nitrogênio residual, devemos empregar a Tabela II da US Navy, 1ª Parte. Uma vez que realizado um intervalo entre o momento do pouso da aeronave e o início do mergulho, teremos um tempo de superfície em que o nosso

organismo realizará a eliminação do gás inerte, conforme segue.

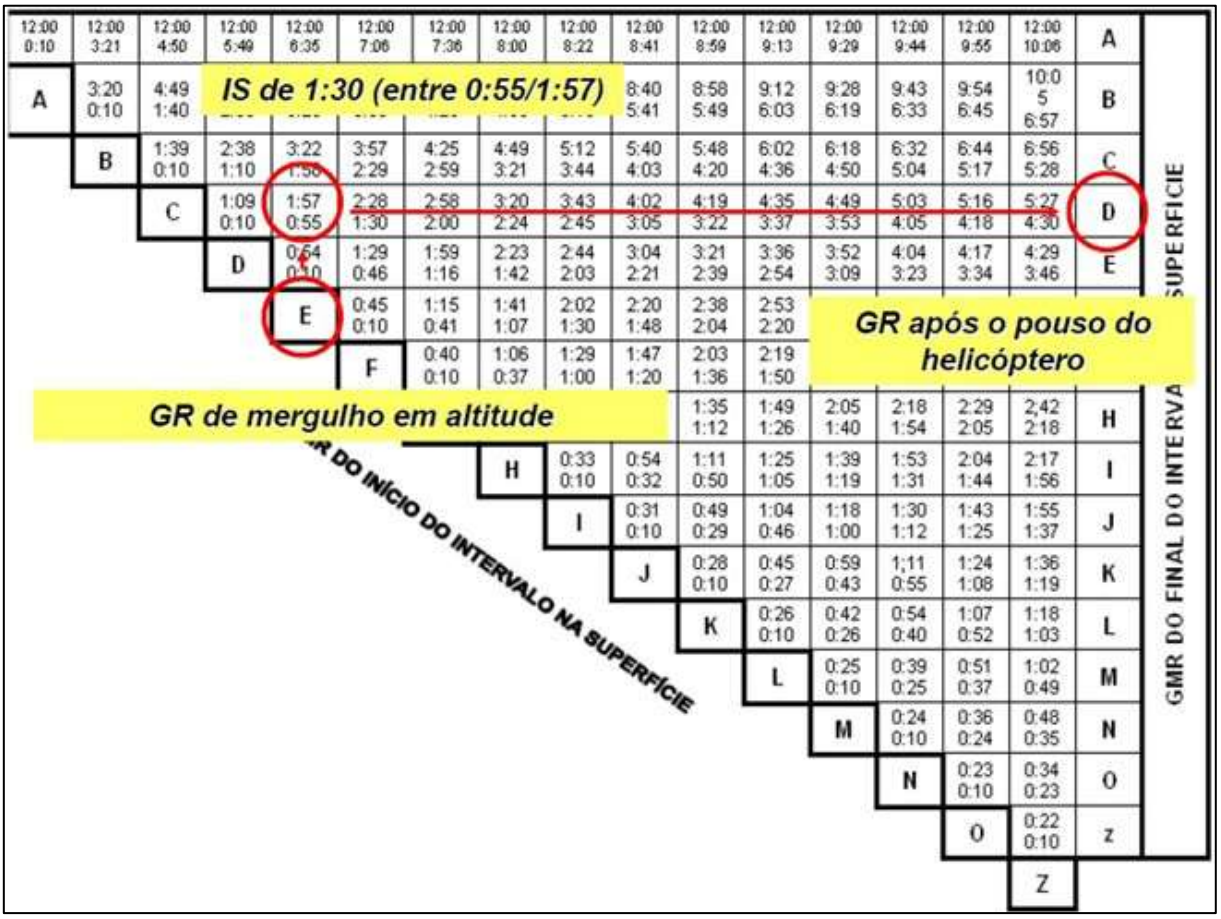


Fig 10.19 - Emprego Tabela II US Navy

10.13.5 Obtido o novo GR, procedemos o preenchimento do perfil de mergulho, conforme segue:

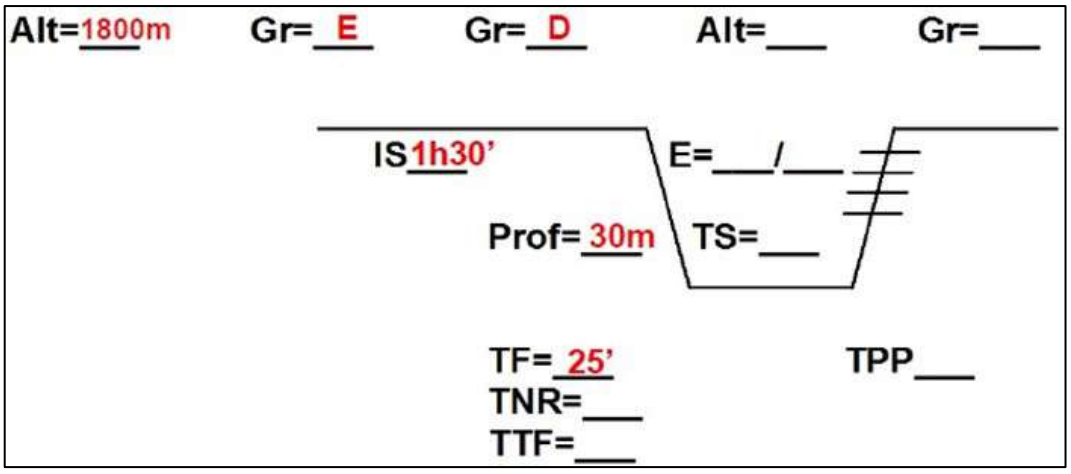


Fig 10.20 - Perfil de Mergulho preenchido

10.13.6 Neste momento, devemos consultar a Fig 10.21 - Tabela de equivalência da profundidade, conforme segue:

Prof (m)	Altitude do lugar do mergulho em metros									
	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000
	PROFUNDIDADE TEÓRICA									
3	3	3	3	4	4	4	4			5
6	6	6	7	7	7	8	8			9
9	9	10	10	11	11	11	12	12	13	13
12	12	13	14	14	15	15	16	17	17	18
15	16	16	17	18	18	19	20	20	21	22
18	19	19	20	21	22	23	24	25	26	27
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
24	25	26	27	28	29	30	31	33	34	35
27	28	30	31	32	33	34	35	37	38	40
30	31	33	34	35	37	38	40	41	43	44
34	35	36	37	39	40	42	43	45	47	49
37	38	39	41	42	44	45	47	49	51	53
		43	44	46				53	55	58
		46	48	50				57	59	62
		49	51	53				62	64	66
49	51	52	54	56	59	61	63	66	68	71
52	54	55	58	60	62	65	67	69	72	75
55	57	59	61	63	66	68	71	74	76	80
58	60	62	65	67	69	72	75	78	81	84
61	63	66	68	70	73	76	79	82	85	88
64	66	69	71	74	77	80	83	86	89	93
67	69	72	75	77	80	84	87	90	94	97
70	73	75	78	81	84	87	91	94	99	102
73	76	76	81	84	88	91	94	98	102	106
76	79	82	85	88	91	95	98	102	106	111

Alt: 1800m

Prof Real 30 m

Prof Teórica 38 m

Fig 10.21 - Tabela de equivalência da profundidade

10.13.7 Com os dados da Prof Teórica, empregamos a Tabela II da US Navy, 2ª Parte, para obtenção do TNR, conforme segue:

GR	PROFUNDIDADE DE TEMPO DE NITROGÉNIO RESIDUAL																		
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57
A	39	18	12	7	6	5	4	4	3	3	3	3	3	2					2
B	88	39	25	17	13	11	9	8	7	7	6	6	6	5					4
C	159	62	39	25	21	17	15	13	11	10	10	9	8	7	7	6	6	6	6
D	279	88	54	37	29	24	20	18	16	14	13	12	11	10	9	9	8	8	8
E		120	70	49	38	30	26	23	20	18	16	15	13	12	12	11	10	10	10
F							31	28									12	11	10
G							37	32									15	14	13
H		279	132	87	66	52	43	36									17	16	15
I		399	159	101	76	61	50	43	38	34	31	28	25	23	22	20	19	18	17
J			190	116	87	70	57	48	43	38	34	32	28	26	24	23	22	20	19
K			229	138	99	79	64	54	47	43	38	35	31	29	27	26	24	22	21
L			279	161	111	88	72	61	53	48	42	39	35	32	30	28	26	25	24
M			349	187	124	97	80	68	58	52	47	43	38	35	32	31	29	27	26
N			469	213	142	107	87	73	64	57	51	46	40	38	35	33	31	29	28
O				241	160	117	96	80	70	62	55	50	44	40	38	36	34	31	30
Z				257	169	122	100	84	73	64	57	52	46	42	40	37	35	32	31

Prof teórica a 1800m

GR após o pouso do helicóptero

O TNR é de 11' e o TF é de 25', portanto, tem-se que o TTF =11'+25'=36'

Fig 10.22 - Tabela de obtenção do TNR

10.13.8 Preenchemos os dados do perfil de mergulho uma vez que foram obtidas as informações para o cálculo do TTF.

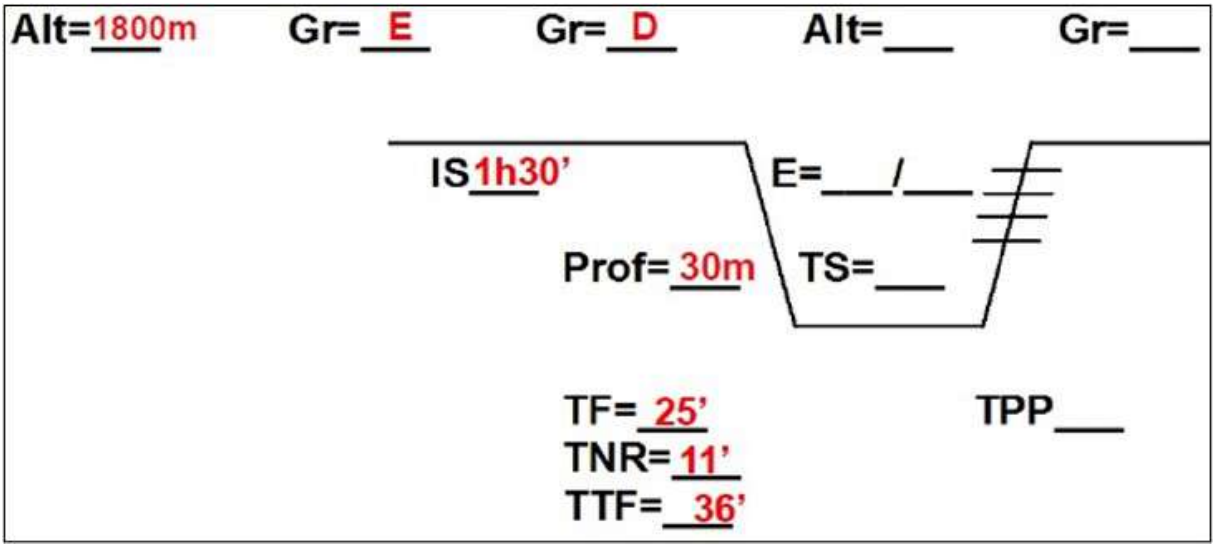


Figura 10.23 - Perfil de Mergulho preenchido

10.13.9 Feito o levantamento dos dados da profundidade teórica e do TTF que empregaremos no nosso Esquema de Mergulho, podemos consultar a Tabela I da US Navy para finalizar o planejamento.

	10	5	-	-	-	-	0	5	*
	15	4	-	-	-	-	1	6	F
	20	4	-	-	-	-	4	9	H
	25	4	-	-	-	-	10	15	J
	30	4	-	-	-	3	18	27	M
39	40	4				10	25	41	N
	50	4	-	-	3	21	37	68	O
									Z
									Z
		3						136	
		3	-	8	19	45	80	159	
	10	5	-	-	-	-	0	5	*
	15	5	-	-	-	-	2	8	G
	20	5	-	-	-	-	6	12	I
	25	4	-	-	-	2	14	22	J
	30	4	-	-	-	5	21	32	K
42	40	4	-	-	2	16	26	51	N
	50	4	-	-	6	24	44	81	O
	60	4	-	-	16	23	56	102	Z
	70	4	-	4	19	32	68	131	Z
	80	4	-	10	23	41	79	161	Z

TTF: 36' *TPP 4'* *1 Parada aos 4,5m por 10' e 1 parada aos 2,5m por 25'* *TS 41'*

Prof Teórica 38 m

E: 39/40 GR: N

Fig 10.24 – Tempo de subida

– Observação, com os parâmetros estabelecidos, incidiremos em um mergulho

descompressivo, sendo necessário consultar a TPDA, pois a Prof Teórica é de 38 m e o TF teórico de 36 min.

10.13.10 Como estamos lidando com mergulho em altitude, realiza-se também a consulta da Tabela de equivalência das paradas descompressivas.

Alt: 1800m

Prof (m)	Altitude do lugar do mergulho em metros									
	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000
	PROFUNDIDADE REAL DAS PARADAS EM METROS									
3	3	3	3	3	2,5	2,5	2,5	2	2	2
6	6	6	5,5	5	5	4,5	4,5	4,5	4	4
9	9	8,5	8	8	7,5	7	7	6,5	6,5	6,5
12	12	11	11	10	10	9,5	9,5	9	9	8,5

Prof Teórica das Paradas — *Prof Real das Paradas*

Fig 10.25 – Tabela de equivalência

10.13.11 Com todos os dados adquiridos, fechamos o nosso planejamento do mergulho inserindo os dados no Perfil de Mergulho, o qual se apresentará da seguinte forma:

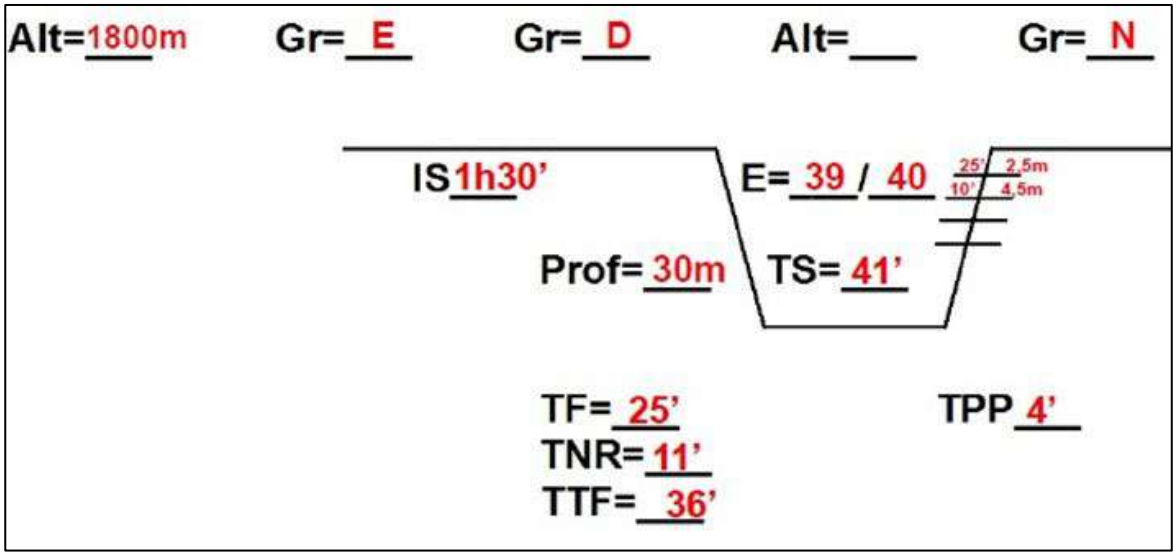


Fig 10.26 – Perfil de Mergulho preenchido

10.13.12 Resultado Final

– O resultado final é um perfil em que temos rápido acesso às informações que serão transmitidas aos mergulhadores durante a preleção (*briefing*) sobre o mergulho, abordando:

a) a profundidade máxima que será atingida (30m);
b) o tempo de fundo máximo desde o momento em que o mergulhador deixará a superfície até o momento em que deixará o fundo (25min);

c) o tempo que o mergulhador levará do fundo até a superfície (41min), bem como,
d) o tempo de deslocamento até a primeira parada descompressiva (TPP = 4min);
e) o tempo e a profundidade que o mergulhador realizará em cada parada descompressiva (1ª Parada aos 4,5 m por 10 min e a 2ª Parada aos 2,5 m por 25 min); e, por último,
f) o GR final (N) para conduta em uma próxima atividade.

10.14 CONSIDERAÇÕES FINAIS DAS TABELAS DE MERGULHO

10.14.1 ORIENTAÇÃO INICIAL

10.14.1.1 Na ocorrência de um mergulho sucessivo, caso o Intervalo de Superfície seja menor do que 10 minutos, devemos somar os dois tempos de fundo e considerar o mergulho mais profundo.

10.14.1.2 O Esquema de Mergulho admitirá como sendo um mergulho único.

10.14.2 PARADA DE SEGURANÇA

10.14.2.1 Mesmo os mergulhos planejados sem descompressão, quando realizados a uma profundidade maior que 15 m ou longos períodos de fundo (acima de 150'), por medida de segurança adicional, realizamos uma Parada Descompressiva chamada de Parada de Segurança a 5 metros da superfície de 2'30" até 5'00".

10.14.2.2 Essa Parada serve tanto para a segurança, quanto para o adestramento de controle de flutuabilidade.

10.15 TÁBUA DE MARÉS

10.15.1 A superfície dos mares permanece em constante movimento. O aumento e diminuição do nível do mar acontece devido à atração exercida pela lua e pelo sol.

10.15.2 A massa líquida se movimenta no sentido vertical, dando origem às marés e, também, horizontalmente, provocando as correntes de maré.

10.15.3 O conhecimento da maré e das correntes de maré são importantes para o auxílio ao planejamento porque permite prever:

a) a possibilidade de passar em locais de pequena profundidade;
b) datas, horários e velocidades convenientes para navegar nestes locais;
c) rumos na superfície para obter os rumos no fundo desejados; e
d) escolha do bordo de atracação, tipo de amarração e folgas adequadas das espias.

10.16 MARÉS

a) A maré tem como causa a atração gravitacional do sol e da lua.
b) A influência da lua é bastante superior devido à sua menor distância da Terra.

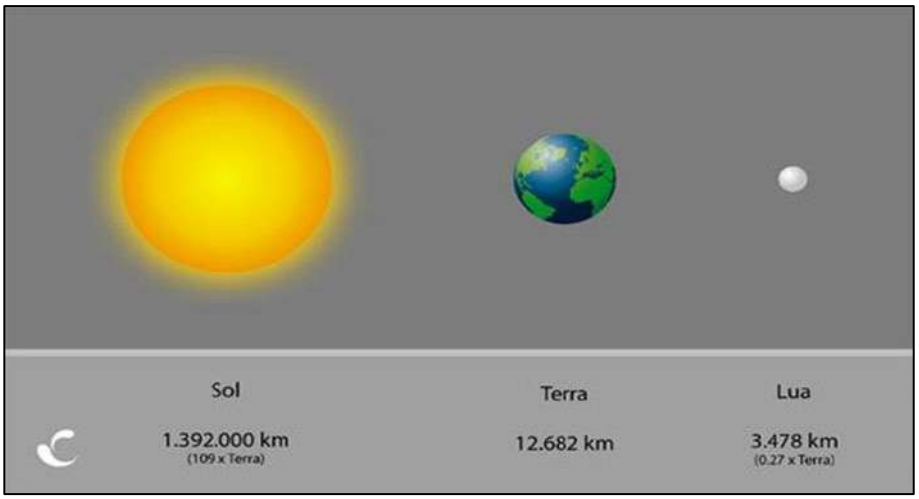


Fig 10.27 – Distância entre a terra, lua e sol

c) Enquanto a Terra gira no seu movimento diário (rotação), o bojo de água continua sempre apontando aproximadamente na direção da lua.
d) Em um certo momento, um certo ponto da Terra estará embaixo da lua e terá maré alta. Aproximadamente 6 horas mais tarde (6h 12m), a rotação da Terra terá levado esse ponto a 90° da Lua, e ele terá maré baixa.
e) Dali a mais 6 horas e 12 minutos, o mesmo ponto estará a 180° da lua e terá maré alta novamente. Portanto, as marés acontecem duas vezes a cada 24h 48 min, que é a duração do dia lunar.
f) Temos PREAMAR (maré cheia) quando a lua passa por cima de nós e quando a lua passa por baixo de nós.

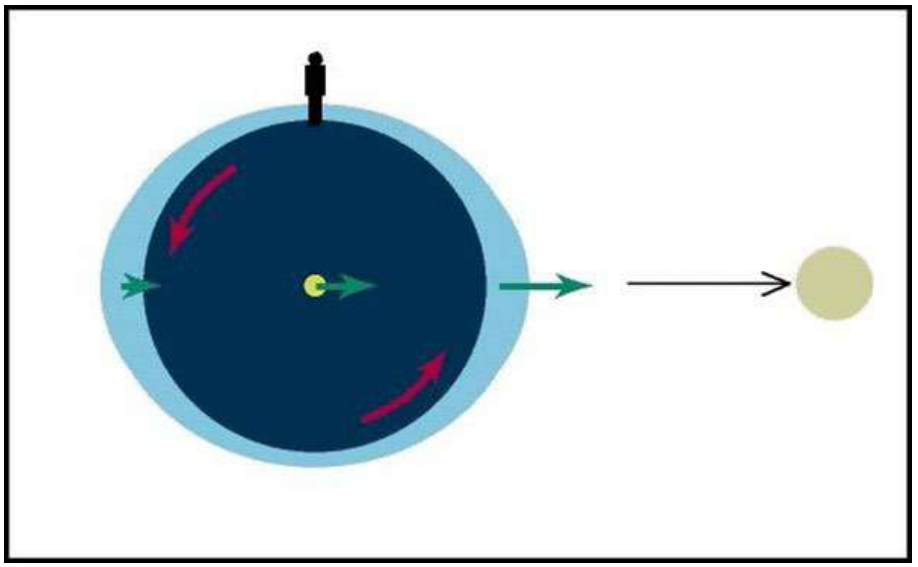


Fig 10.28 – Deformação do bojo d'água causado pela atração dos astros

10.16.1 COMPORTAMENTO DAS MARÉS

a) São determinadas pelos fluxos e refluxos das águas do mar;
b) Nível sobe durante algum tempo, período denominado de "enchente";
c) Atinge um nível máximo denominada "preamar";
d) Fica um certo tempo estacionado, período denominado de "estofo de enchente";

e) Baixa durante um certo tempo, período da “vazante”;
f) Alcança o nível mínimo, chamado “baixa–mar”; e
g) Fica estacionado algum tempo, denominado “estofo de vazante”.

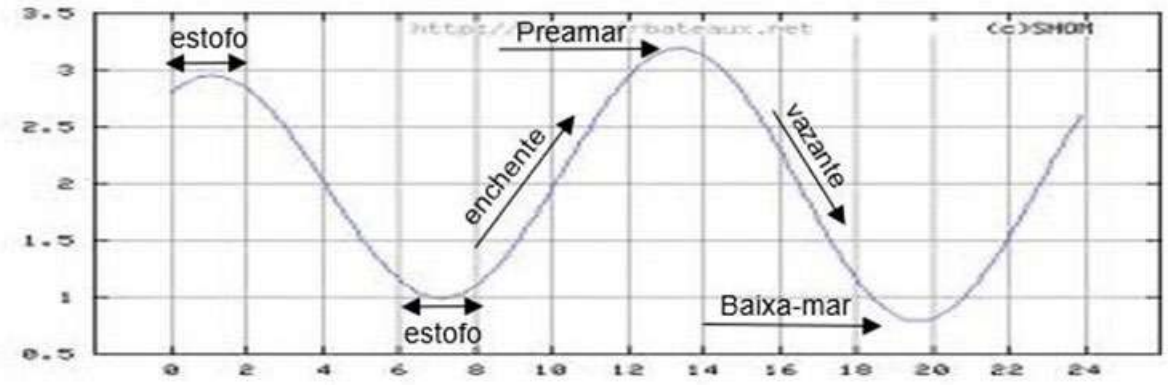


Fig 10.29 – Comportamentos das marés

10.16.2 MARÉS VIVAS E MARÉS MORTAS:

10.16.2.1 As ações conjuntas do sol e da lua têm como principal consequência o jogo de marés vivas e mortas que ocorre aproximadamente por 15 dias. Quando a lua está em conjunção ou oposição com o sol (Lua Nova e Lua Cheia), as ações dos dois astros reforçam-se e é gerada uma maré de maior amplitude, chamada maré viva.

10.16.2.2 Nas luas (Quarto Crescente e Quarto Minguante) a ação do sol contraria a da lua e a maré é mais fraca. Temos, então, a chamada maré morta, ou seja, em cada mês lunar (período de recorrência das fases da lua) temos duas marés vivas e duas marés mortas.

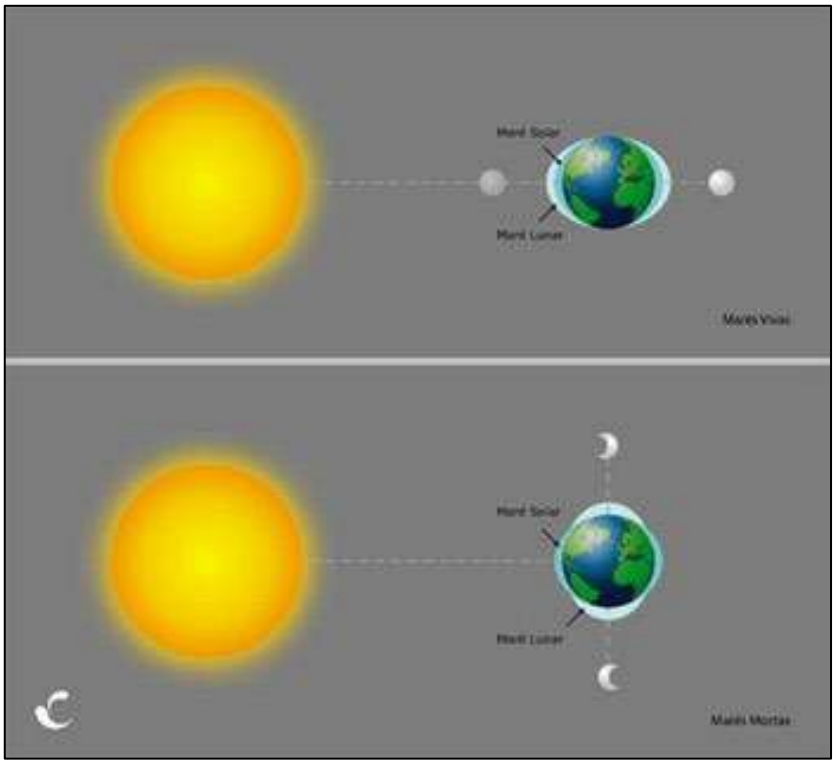


Fig 10.30 – Deformação do bojo d’água causada pela atração dos astros.

10.16.3 FASES DA LUA:

a) LUA NOVA:

– quando a Terra, a lua e o sol se alinham, a atração gravitacional exercida pelos dois astros sobre os oceanos se soma, gerando correntes marítimas que causam uma elevação máxima do nível do mar na direção dessa linha. É época das maiores marés altas, chamadas de marés de sizígia ou máximas.

b) LUA CRESCENTE:

– agora, a lua e o sol formam um ângulo reto de 90º. Nessa situação, a gravitação lunar se opõe à solar - elas só não se anulam porque a lua, mais perto da Terra, exerce maior poder de atração. Mesmo assim, as diferenças de nível entre as marés alta e baixa são muito menores e recebem o nome de marés de quadratura ou mínimas.

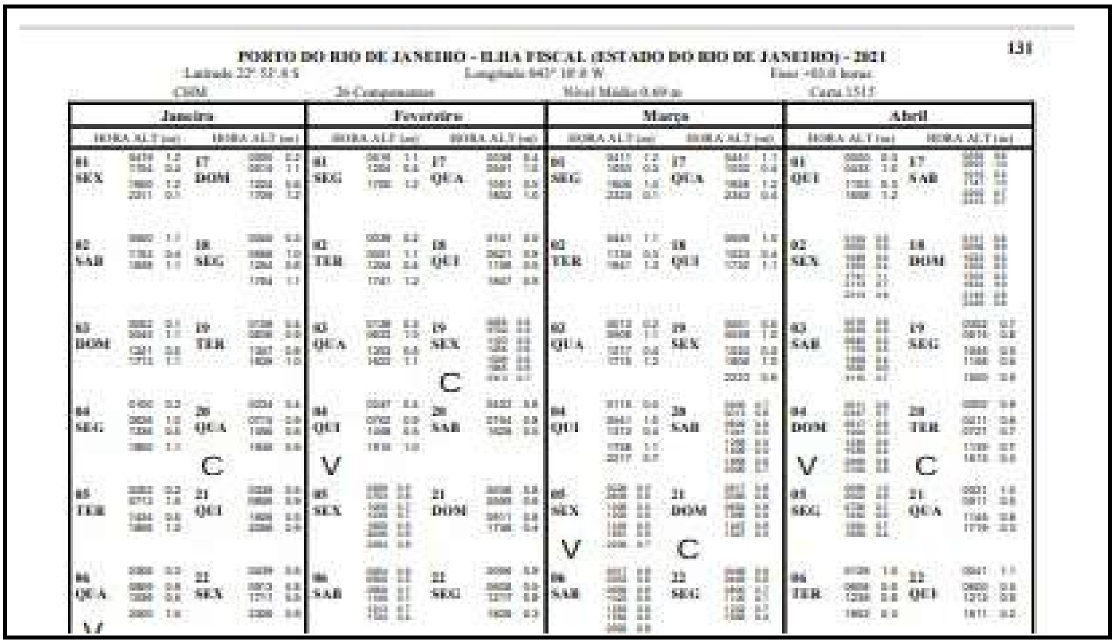
c) LUA CHEIA:

– cerca de duas semanas depois da Lua Nova, nosso satélite viaja de novo para uma posição em que se alinha com o Sol e a Terra. Essa combinação traz uma nova leva de marés máximas.

d) LUA MINGUANTE:

– nessa fase lunar, diminui a influência do sol e da lua nas marés oceânicas. Na noite em que metade da lua está visível, a atração atinge seu menor valor. Em Santos, no litoral paulista, por exemplo, a diferença entre a maré alta e a baixa não ultrapassa os 5 centímetros.

10.16.4 TÁBUA DE MARÉS


PORTO DO RIO DE JANEIRO - ILHA FISCAL (ESTADO DO RIO DE JANEIRO) - 2021

131

Janeiro | Fevereiro | Março | Abril

Fig 10.31 – Tábua de marés Porto do Rio de Janeiro

a) As tábuas das marés contêm as previsões das marés de cada ano para 43 portos nacionais, 2 ilhas oceânicas, 2 ilhas costeiras, 4 barras, 1 fundeadouro e 1 atracadouro da costa do Brasil e 01 fundeadouro na Estação Antártica Comandante Ferraz.

b) As previsões elaboradas no Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) são geradas a partir das componentes harmônicas obtidas das observações realizadas por diversas instituições (Petrobrás, Companhia Vale do Rio Doce, Centro de Hidrografia da Marinha,

Diretoria de Hidrografia e Navegação, entre outros), através do método de Análise Harmônica desenvolvido pelo Vice Almirante Alberto dos Santos Franco.

10.17 CARTAS NÁUTICAS

a) São os documentos cartográficos que resultam de levantamentos de áreas oceânicas, mares, baías, rios, canais, lagos, lagoas ou qualquer outra massa d'água navegável e que se destinam a servir de base à navegação.
b) Representam os acidentes terrestres e submarinos, fornecendo informações sobre profundidades, perigos à navegação (bancos, pedras submersas, cascos soçobrados ou qualquer outro obstáculo à navegação), natureza do fundo, fundeadouros e áreas de fundeio, auxílios à navegação (faróis, faroletes, boias, balizas, luzes de alinhamento, radiofaróis, etc), altitudes e pontos notáveis aos navegantes, linha de costa e de contorno das ilhas, elementos de marés, correntes e outras indicações necessárias à segurança da navegação.

Fig 10.32 – Carta do Porto do Rio de Janeiro

10.18 CARTAS DE CORRENTES DE MARÉS

a) A carta de Corrente de Marés é um auxílio importante para o navegante ser capaz de prever a direção e a velocidade da corrente de maré em qualquer instante.
b) Dada a afinidade entre a maré e a corrente de maré, para um determinado porto, é possível relacionar a velocidade e a direção da corrente de maré às horas da PREAMAR e BAIXA-MAR no porto.
c) O conhecimento antecipado das correntes de maré é de grande valia, não só para o planejamento da derrota em águas restritas, mas também para seleção dos horários mais favoráveis às operações.

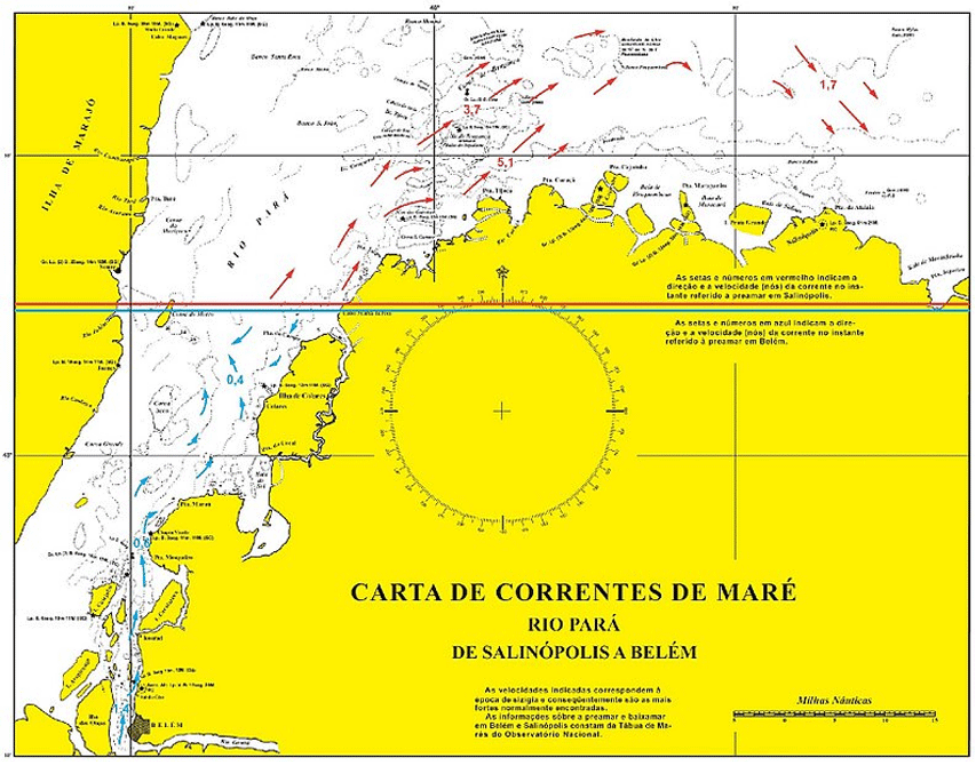


Fig 10.33 – Exemplo de Carta de Correntes de Maré

10.18.1 As Tábuas de Correntes de Maré contêm previsões diárias das horas de corrente e valores de velocidades correspondentes às correntes máximas de enchente e de vazante **para** várias estações de referência.

10.18.2 Com a evolução da tecnologia constantemente aparecem *softwares* e aplicativos para auxiliar o estudo das Cartas de Correntes de Marés, como exemplo: o *Software* SISCORAR, criado pela Marinha do Brasil, que traz simulações do comportamento das correntes de marés de alguns portos do Brasil.

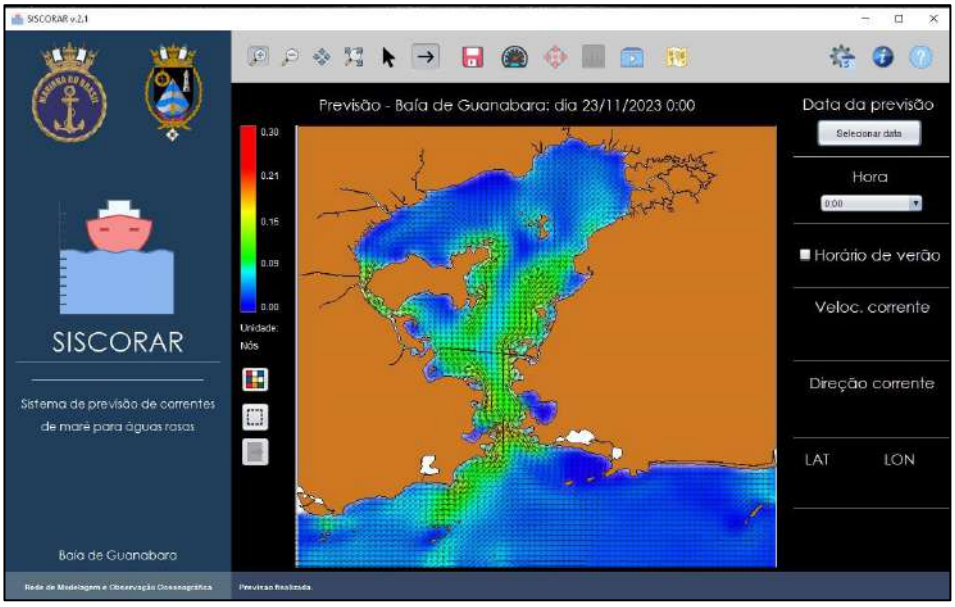


Fig 10.34 – *Software* SISCORAR

CAPÍTULO XI

BUSCA E REFLUTUAÇÃO

11.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

11.1.1 MERGULHO DE RECONHECIMENTO

– As operações de Busca e Resgate deverão ser prescindidas de um Mergulho de reconhecimento que servirá para confirmar ou alterar os dados disponíveis e complementares com outros colhidos no próprio local.

11.1.2 DEVE SER VERIFICADO NESSAS OPERAÇÕES:

11.1.2.1 O peso do objeto e a profundidade em que se encontra: com tais informações deve-se determinar que tabela de mergulho será usada, qual a quantidade de ar para mergulho e reflutuação e qual a quantidade de mergulhadores necessária.

11.1.2.2 Os pontos de maior e menor resistência do objeto que determinará onde serão fixados os aparelhos de reflutuação e se a estrutura do objeto está intacta ou avariada, pois às vezes poderá ser necessário repará-la ou reforçar, para que aguente a reflutuação.

11.1.2.3 Qual o tipo de fundo está depositado o objeto, se for argiloso, com ou sem visibilidade, com partículas finas, tende a levantar suspensão durante os trabalhos, turvando a água.

11.1.2.4 Se há espaço para realizar a reflutuação, pois o sistema poderá ao subir prender-se ou causar acidentes no percurso e na superfície ao subir.

11.1.2.5 Se o objeto está depositado no fundo, enterrado, obstruído ou preso, poderá envolver o uso de sucção, jato d´água ou corte de estruturas.

11.1.2.6 Ao executar uma atividade de busca, devemos levar em consideração que uma operação pode se estender por horas, dias e até semanas, dependendo da sua complexidade. Inclusive, que profissionais (empresas civis) também levam essa janela de tempo para cumprir a missão.

11.1.2.7 Desse ponto, até mesmo enquadrando nossas características de emprego, pode ocorrer dos Elm da OM que iniciaram a operação de busca, não ser o efetivo que ficará até a conclusão da atividade, sendo responsável apenas pelo início das operações.

11.1.2.8 Nesse escopo é fundamental que a área vasculhada seja verificada em sua totalidade, não deixando passar nenhuma “zona morta”.

11.1.2.9 Assim, devemos realizar nosso vasculhamento sempre procurando zonas de interferência (Fig 11.1)

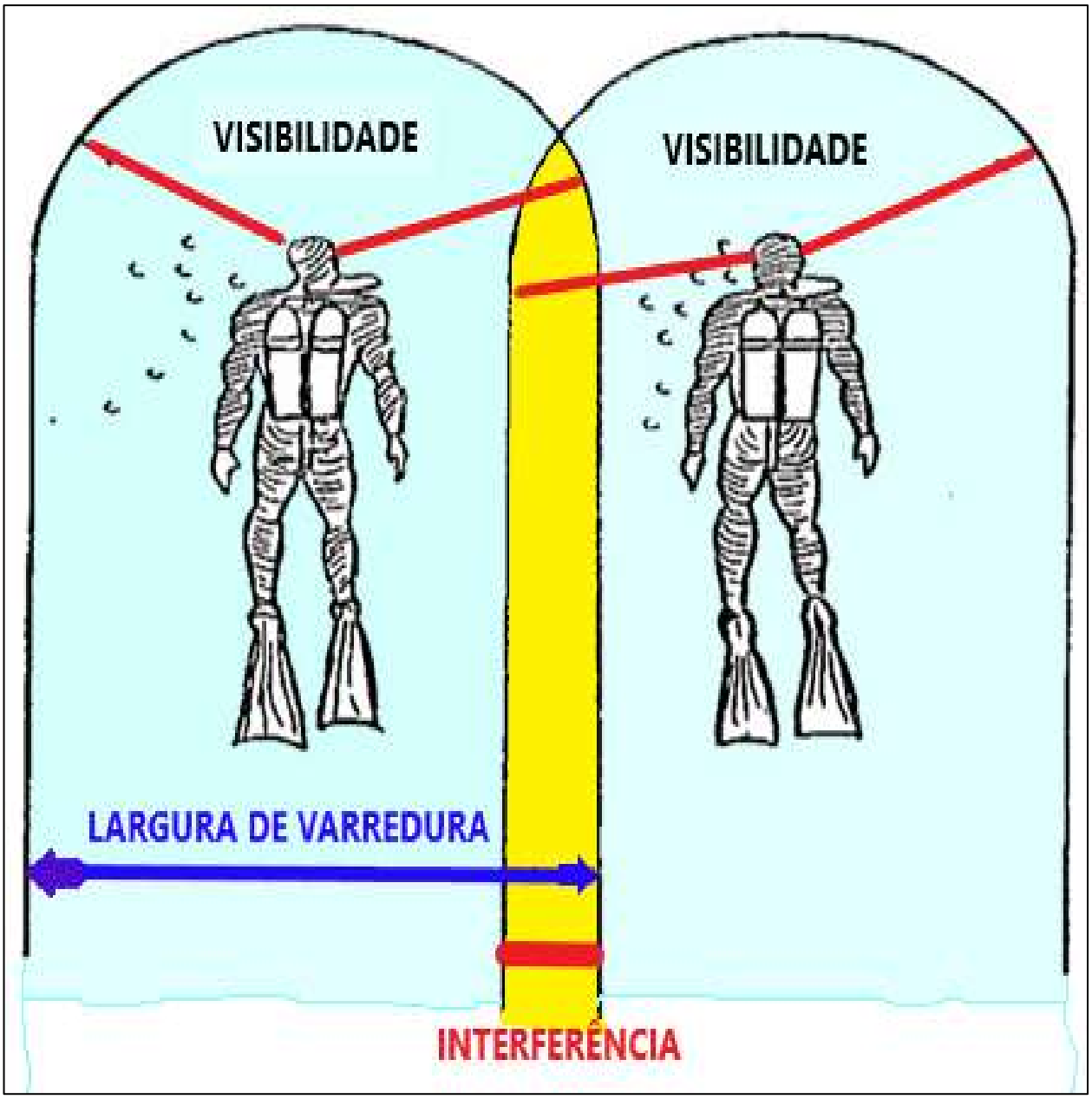


Fig 11.1 – Zona de Vasculhamento

11.2 BUSCAS SUBAQUÁTICAS

11.2.1 NORMALMENTE RECEBEMOS MISSÕES DE BUSCAS SUBAQUÁTICAS EM LOCAIS ONDE JÁ OCORRERAM “ACIDENTES”.

11.2.1.1 A localização de objetos sob a superfície das águas representa, muitas vezes, a parte mais difícil da faina de mergulho.

11.2.1.2 Uma operação que envolva a localização de objetos deve ser cuidadosamente planejada e seu encarregado deve apresentar à autoridade interessada um quadro realístico da situação e de sua problemática.

11.2.2 Nessa perspectiva, devemos levar em consideração uma série de fatores que influem no grau de dificuldade de uma busca subaquática.

– Chamaremos de Fatores Condicionantes.

11.2.3 ESTES FATORES CONDICIONANTES TÊM INFLUÊNCIA DIRETA PARA A EXECUÇÃO DA MISSÃO, SÃO ELES:

11.2.3.1 Visibilidade:

11.2.3.1.1 Os fatores que afetam a visibilidade são partículas em suspensão e a intensidade da luz.

11.2.3.1.2 Eventualmente podemos corrigir a falta de luz com o auxílio de iluminação artificial.

11.2.3.1.3 Em uma busca visual, deve-se estabelecer a visibilidade em termos de distância e, assim, determinar a largura de varredura, que nada mais é do que a distância que a vista alcança para os dois lados observados.

11.2.3.1.4 As operações de busca em águas principalmente sem visibilidade deverão ser realizadas com o máximo de segurança.

11.2.3.2 Mobilidade do Alvo:

11.2.3.2.1 Ser o alvo estático ou móvel influi muito no planejamento da busca. Um alvo estático terá sua busca centrada em um ponto, em torno do qual irá sendo expandida.

11.2.3.2.2 Para alvos móveis é preciso estabelecer um *datum*.

11.2.3.2.3 O *datum* é a posição mais provável do alvo no momento em que se inicia a busca.

11.2.3.2.4 Para isso, recomendam-se determinar as características de movimento das águas e seu efeito sob um objeto semelhante ao alvo.

11.2.3.2.5 Para objetos derivantes, é muitas vezes preferível estabelecer uma barreira a jusante, inclusive usando redes de pesca ou similar.

11.2.3.3 Correnteza:

11.2.3.3.1 Além de influir no comportamento de objetos móveis, influi também sobre o mergulhador.

11.2.3.3.2 Poderá facilitar uma busca, reduzindo o esforço ou dificultá-la criando suspensão ou enterrando o objeto.

11.2.3.4 Dimensões do Alvo:

11.2.3.4.1 Quanto menor o alvo, mais difícil será sua localização, pequenos objetos

implicam normalmente em indicações muito precisas e uma delimitação das áreas de busca.

11.2.3.4.2 Em contrapartida, objetos de grandes dimensões permitem o emprego de diversos meios para localizá-lo, como sonares, detectores magnéticos, garateias etc.

11.2.3.5 Esquadrinhamento e Delimitação da Área de Busca:

– Para que não seja deixado nenhum espaço sem ser vasculhado, faz-se necessário dividir a área em seções menores (Fig 11.2), de acordo com as possibilidades de emprego de materiais e efetivo.

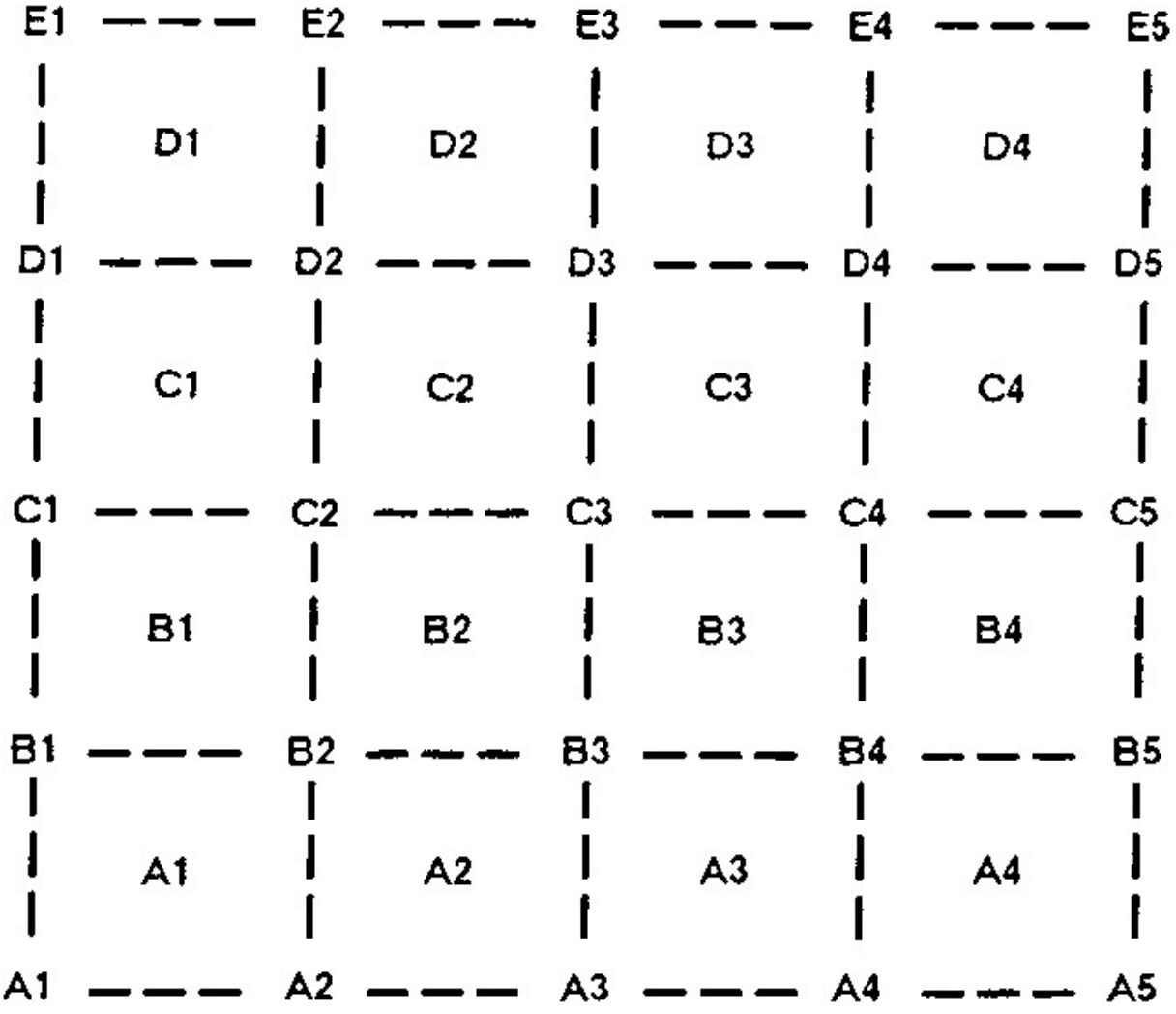


Fig 11.2 – Esquadrinhamento da área de busca

11.2.3.6 Profundidade do Local:

– A profundidade influi no tempo disponível para a busca com mergulhadores, na visibilidade, na precisão do centro de busca (o objeto pode sofrer deslocamento até atingir o fundo).

11.2.3.7 Natureza do Fundo:

– A natureza e o relevo do fundo afetam a visibilidade, seja por oferecer maior contraste com o alvo, seja por cobri-lo com facilidade, seja por favorecer a suspensão de partículas.

11.2.4 CONHECEDOR DAS DIFICULDADES QUE A BUSCA SUBAQUÁTICA REPRESENTA, O MERGULHADOR DEVE TENTAR ELIMINÁ-LA, DEMARCANDO OS ALVOS SEMPRE QUE POSSÍVEL.

– Essa situação decorre, em geral, quando o mergulhador percebe a iminência da perda de um objeto ou o localiza fortuitamente.

11.3 COMPOSIÇÃO DA EQUIPE DE BUSCA

11.3.1 A constituição recomendada é que seja composta por 06 (seis) militares, sendo eles:

a) 01 (um) Supervisor;
b) 01 (um) Aux Superfície;
c) 02 (dois) Mergulhadores para Busca; e
d) 02 (dois) Mergulhadores de segurança.

11.3.2 Nessa constituição é desejável que a dupla de busca esteja sempre em contato (físico ou visual, dependendo das condições do local de mergulho) um com o outro.

11.3.3 Recomenda-se que o número de mergulhadores de segurança seja igual ao de mergulhadores submersos.

11.4 REGRAS BÁSICAS

11.4.1 Ao receber uma missão de busca e recuperação, o supervisor de mergulho deve levar em consideração todos os aspectos e fatores condicionantes que são apresentados para cumprir a missão.

11.4.2 PARA TAL, É CRUCIAL QUE TENHA EM MENTE OS SEGUINTES QUESITOS:

a) a segurança dos mergulhadores deverá ser prioridade;
b) definir uma área de busca e fracioná-la;
c) reunir todos os meios e os equipamentos necessários, bem como realizar o aprestamento dos mesmos para garantir que não haja panes durante a execução das atividades;
d) analisar os ricos envolvidos, levar em consideração que além dos riscos de um mergulho de rotina, devido às exigências específicas associadas a esse tipo de mergulho, alguns desses riscos tornam-se mais intensos; e
e) selecionar, planejar, ensaiar e conduzir o melhor processo de busca.

11.5 MÉTODOS DE BUSCAS

11.5.1 Os métodos de buscas são apenas uma referência para emprego durante uma operação de busca.

– Não existe a forma “correta”, porém alguns mostram-se mais eficientes do que outros quando somados aos fatores condicionantes e as características do fundo.

11.5.2 BUSCA CIRCULAR COM LINHA DE DISTÂNCIA:

– A busca circular é mais útil quando não há obstruções embaixo da água e com visibilidade boa (caso não haja, faz-se necessário empregar as mãos para varrer o fundo, sendo exigido um grau de adestramento maior).

11.5.2.1 Descrição do Método:

11.5.2.1.1 Uma das extremidades da linha fica presa no centro em uma poita ou âncora.

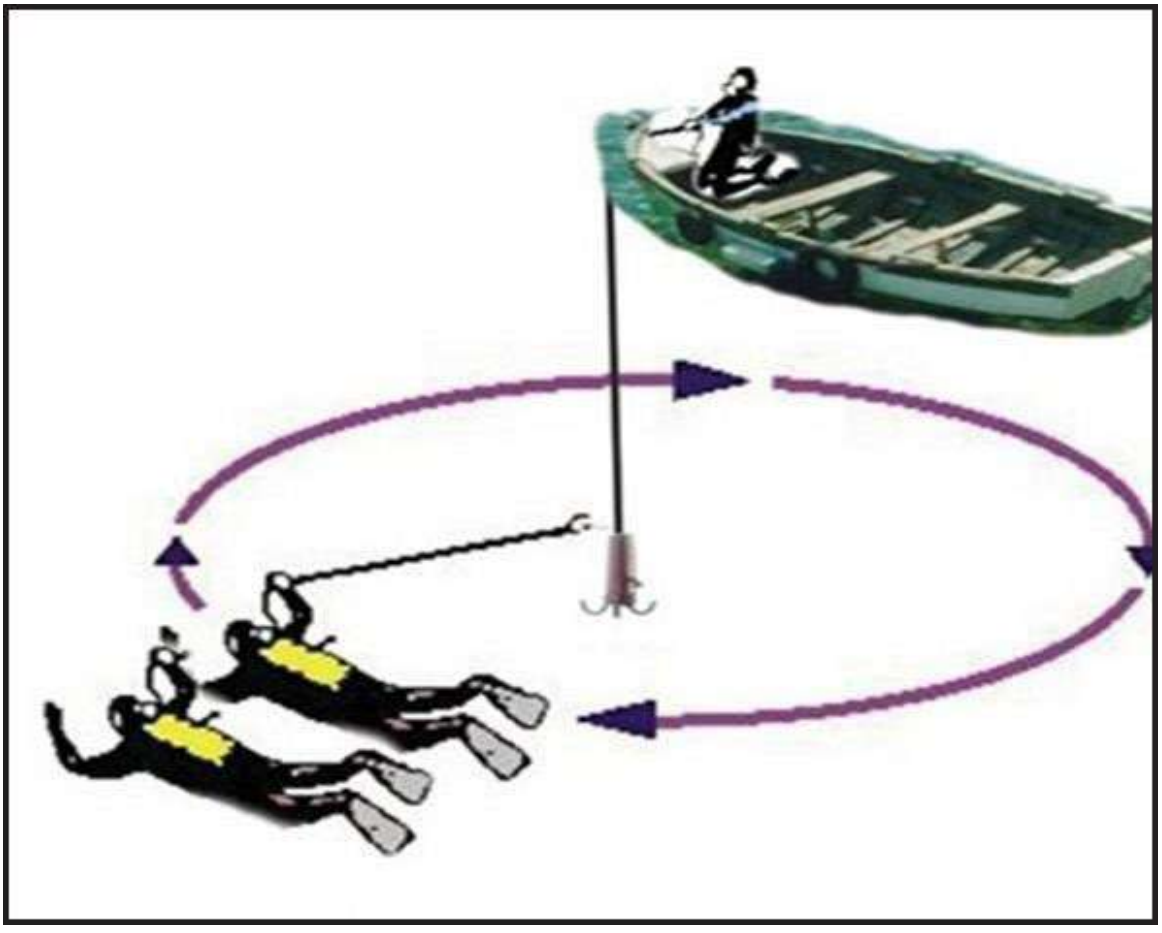


Fig 11.3/a - Busca Circular “com o dupla”

11.5.2.1.2 Um membro da equipe permanece próximo da extremidade ancorada, enquanto o dupla segura a linha, mantendo-a esticada.

11.5.2.1.3 Após cada círculo completo, o mergulhador do centro avisa, através de puxões (discorreremos sobre a comunicação no tópico 13.6), e libera mais cabo, seguindo este procedimento até localizar o objeto ou terminar o cabo.

11.5.2.1.4 Caso seja necessário, a âncora ou poita pode ser movimentada e a busca continua.

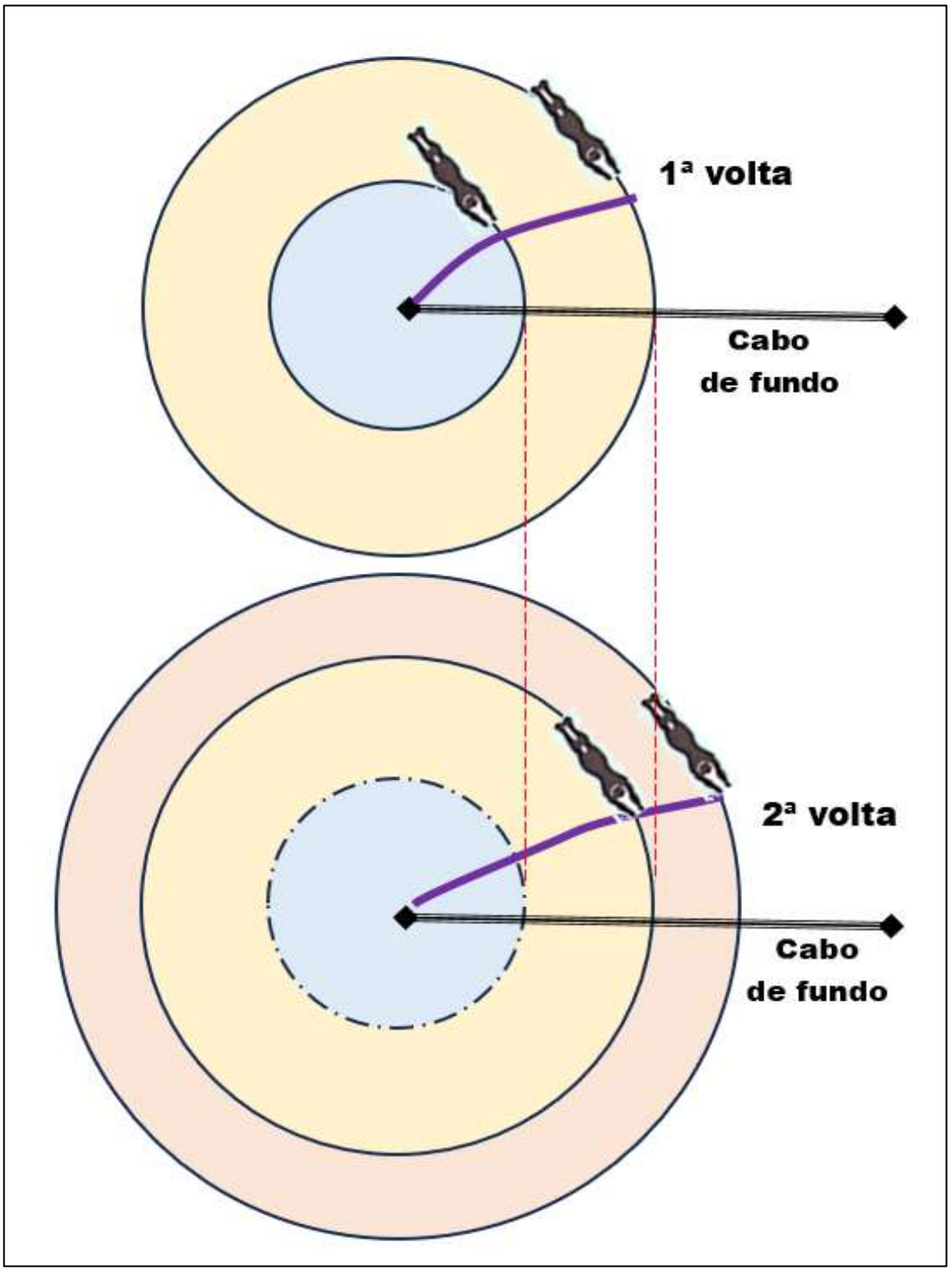


Fig 11.3/a - Busca Circular “com o dupla”

11.5.2.1.5 Caso a água seja tão turva que não permita boa visibilidade para identificar o local de início do “giro’, poderá ser lançado um outro cabo, chamado de “cabo de fundo”, com duas poitas, que servirá como delimitação do local de início (referência).

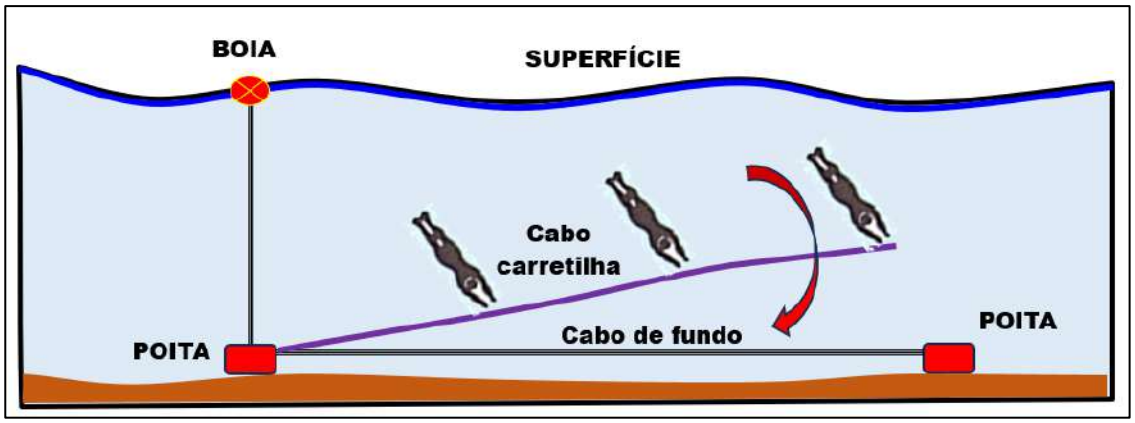


Fig 11.3/b - Busca Circular “com o dupla”

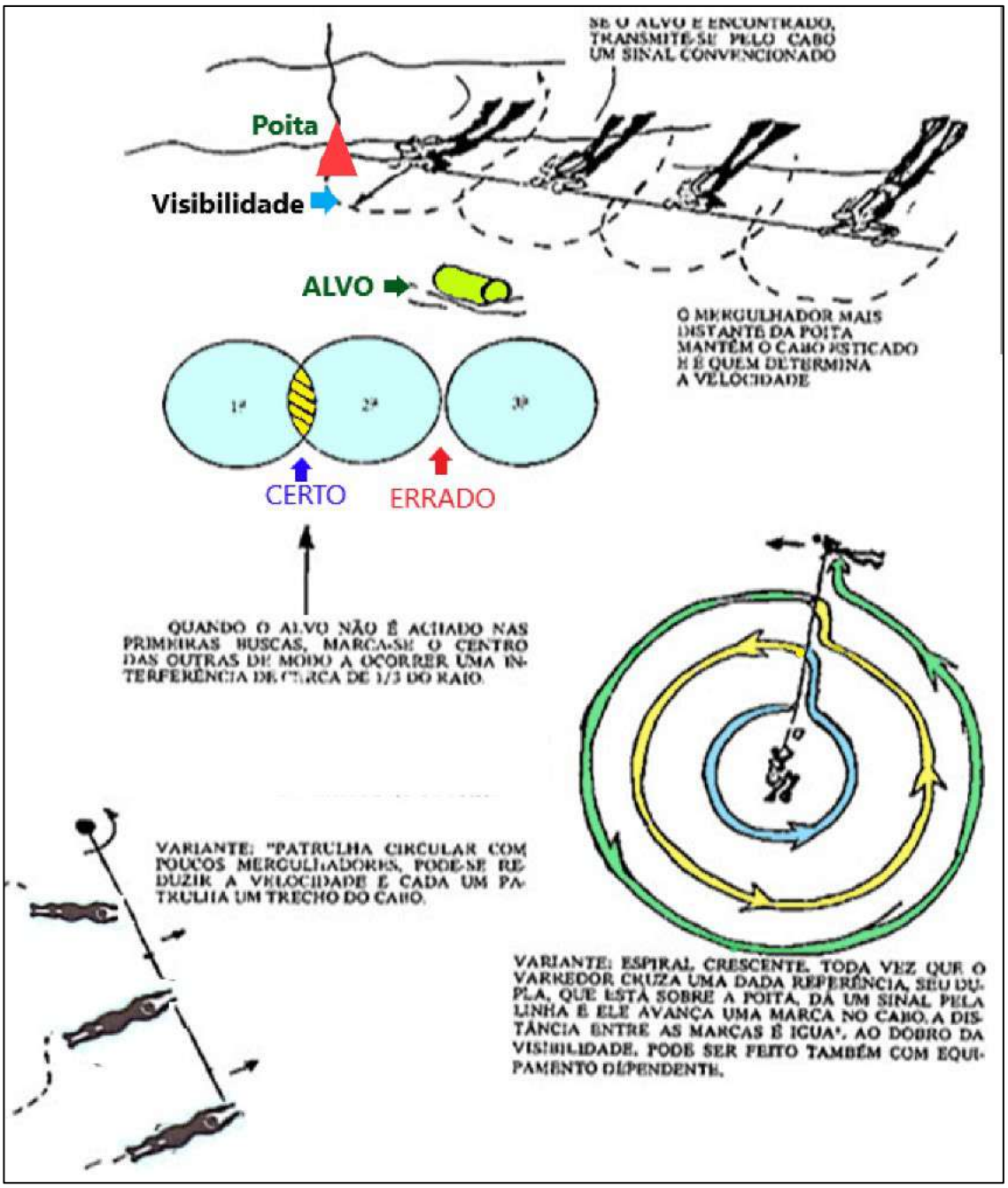


Fig 11.c - Busca Circular

11.5.2.1.6 A forma como é realizada podem ter algumas modificações, dependendo do efetivo empregado, bem como dos meios disponibilizados, podendo ser:

– uma busca circular “estética” (não sofre alterações no raio da circunferência),
– “crescente ou decrescente”,
– “simples” (emprega um mergulhador em cada extremidade, mais propícia em locais que não apresentem a previsibilidade de enrosco – fundo limpo), e
– “com o dupla” (o procedimento é feito todo de maneira que a dupla de Merg fique na extremidade da carretilha).

11.5.3 LEQUE OU SEMICIRCULAR:

11.5.3.1 Consiste na mesma forma de emprego da busca circular, é uma técnica utilizada tanto nas margens como em pontos preestabelecidos dentro do ambiente aquático.

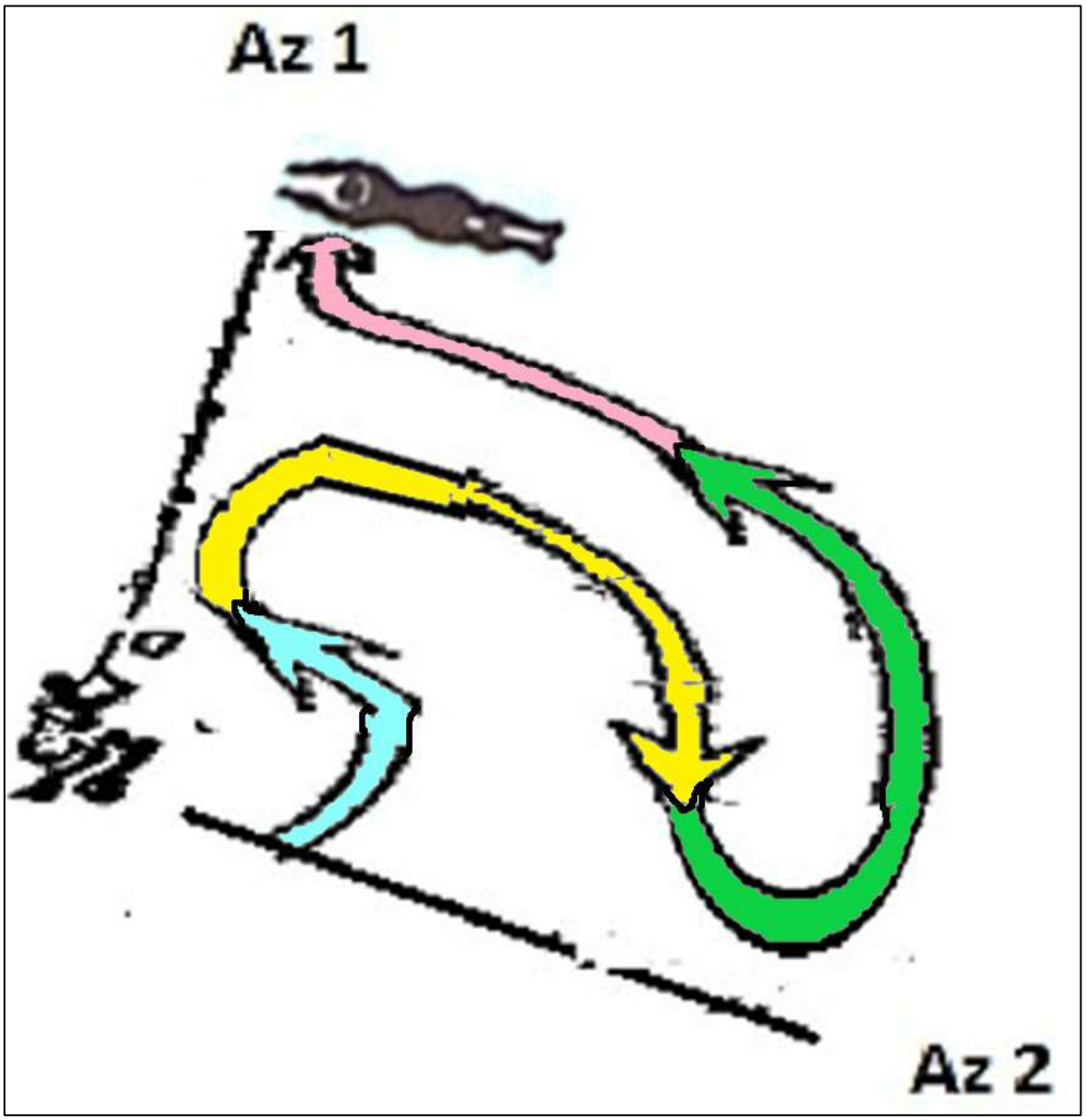


Fig 11.5 - Leque crescente

11.5.3.2 É recomendada principalmente para ambientes naturalmente confinados (represas e lagos) ou que apresente algum tipo de barreira, porém podem ter aplicabilidade em massas d'água com pouca correnteza ou onde são formados remansos, empregando-se a bússola (Azimutes).

11.5.4 BUSCA RETANGULAR EXPANDIDA:

11.5.4.1 Definições

11.5.4.1.1 A busca retangular é mais útil quando não há grande influência de correnteza embaixo da água.

11.5.4.1.2 Uma de suas vantagens é que não necessita de muitos meios para sua execução e independe do tipo de fundo.

11.5.4.1.3 Faz-se necessário que o mergulhador tenha a pernada aferida, bem como bom adestramento de utilização da bússola.

11.5.4.2 Descrição do Método:

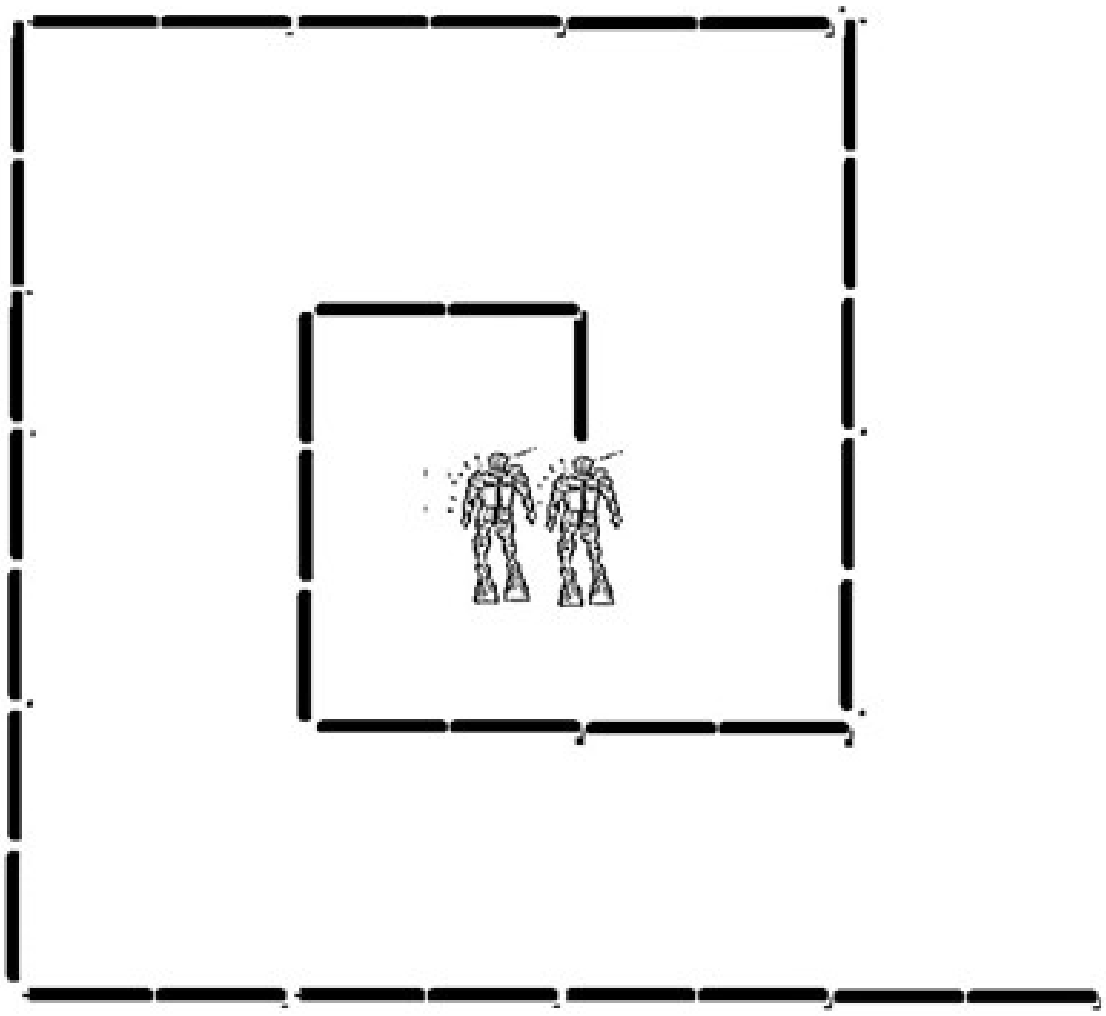


Fig 11.6 – Retangular Expandida

11.5.4.2.1 Partindo de um centro (DATUM) o deslocamento é iniciado de forma orientada pelos azimutes da bússola e devem ser constantes.

11.5.4.2.2 À medida que se deslocam o número de pernadas/tempo de deslocamento, aumenta a cada “virada”; deve-se sempre virar SEMPRE para o mesmo lado.

11.5.4.2.3 Recomenda-se o emprego em duplas para facilitar a execução (1 Mg bússola e 1 Mg Pernada/Tempo).

11.5.5 BUSCA RETANGULAR EM “U”:

11.5.5.1 A busca em “U”, assim como a retangular expandida, é mais útil quando não há grande influência de correnteza embaixo da água.

11.5.5.2 Uma de suas vantagens é que não necessita de muitos meios para sua execução e independe do tipo de fundo.

11.5.5.3 Faz-se necessário que a pernada aferida, bem como bom adestramento de utilização da bússola.

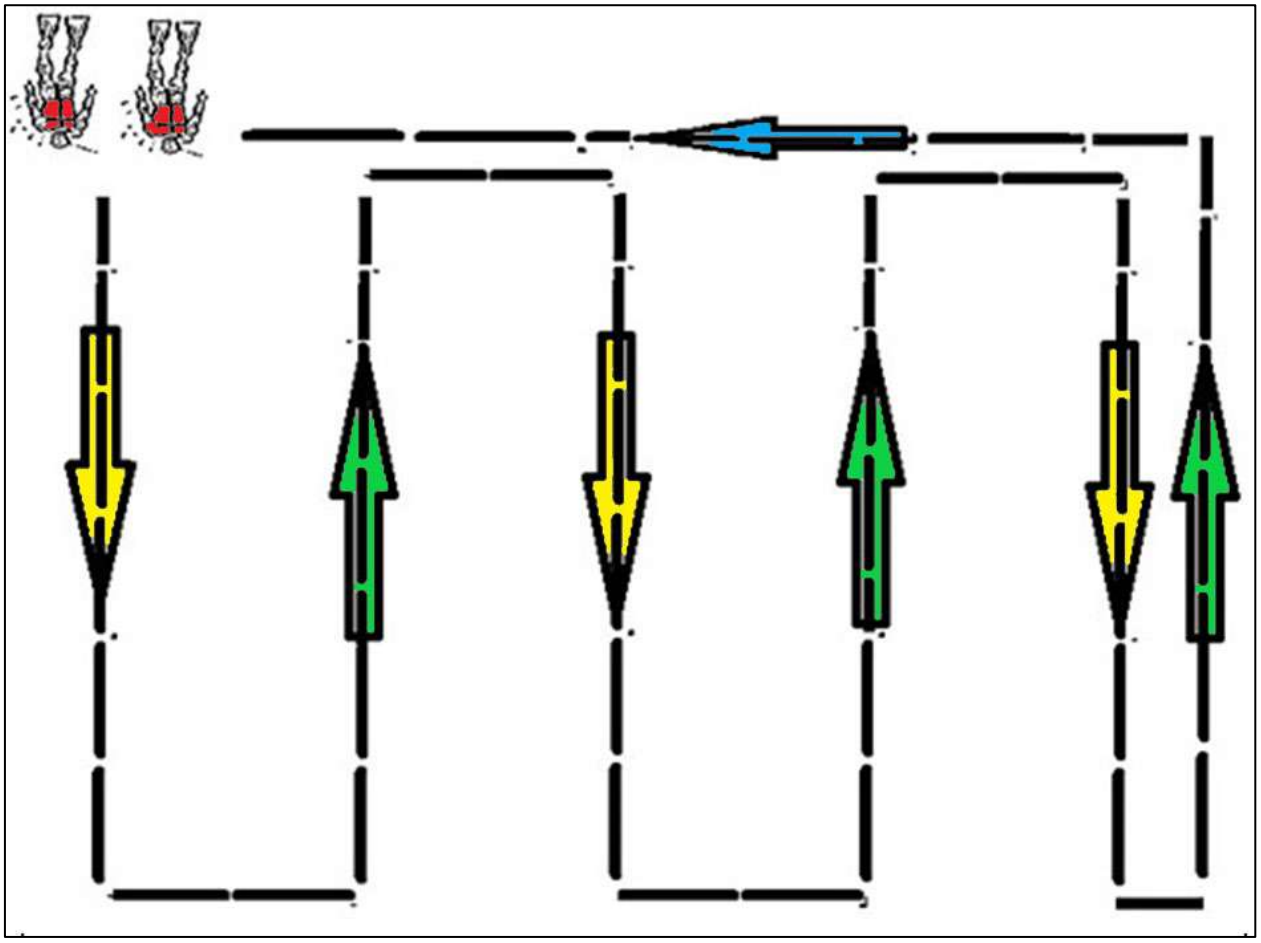


Fig 11.7 – Busca Retangular em "U"

11.5.5.4 Método:

11.5.5.4.1 Partindo de um ponto (DATUM) o deslocamento é iniciado de forma orientada pelos azimutes da bússola e devem ser constantes.

11.5.5.4.2 O deslocamento deve ser realizado por número de pernadas ou por limite de tempo (levando em consideração as condições do local); deve-se realizar giros de 90º de forma alternada a cada pernada, desenhando o "U".

11.5.5.4.3 Recomenda-se o emprego em duplas para facilitar a execução (1 Mg bússola e 1 Mg Distância – Pernada/Tempo).

11.5.6 BUSCA DE VARREDURA:

11.5.6.1 É utilizada em áreas relativamente extensas e com fundo plano. Realizado por duplas que percorrem a linha de busca e, ao alcançar o lado oposto, eles deslocam o sistema reiniciam a travessia.

11.5.6.2 Pode ser realizado da forma "paralela" em sentido com os cabos de fundo.

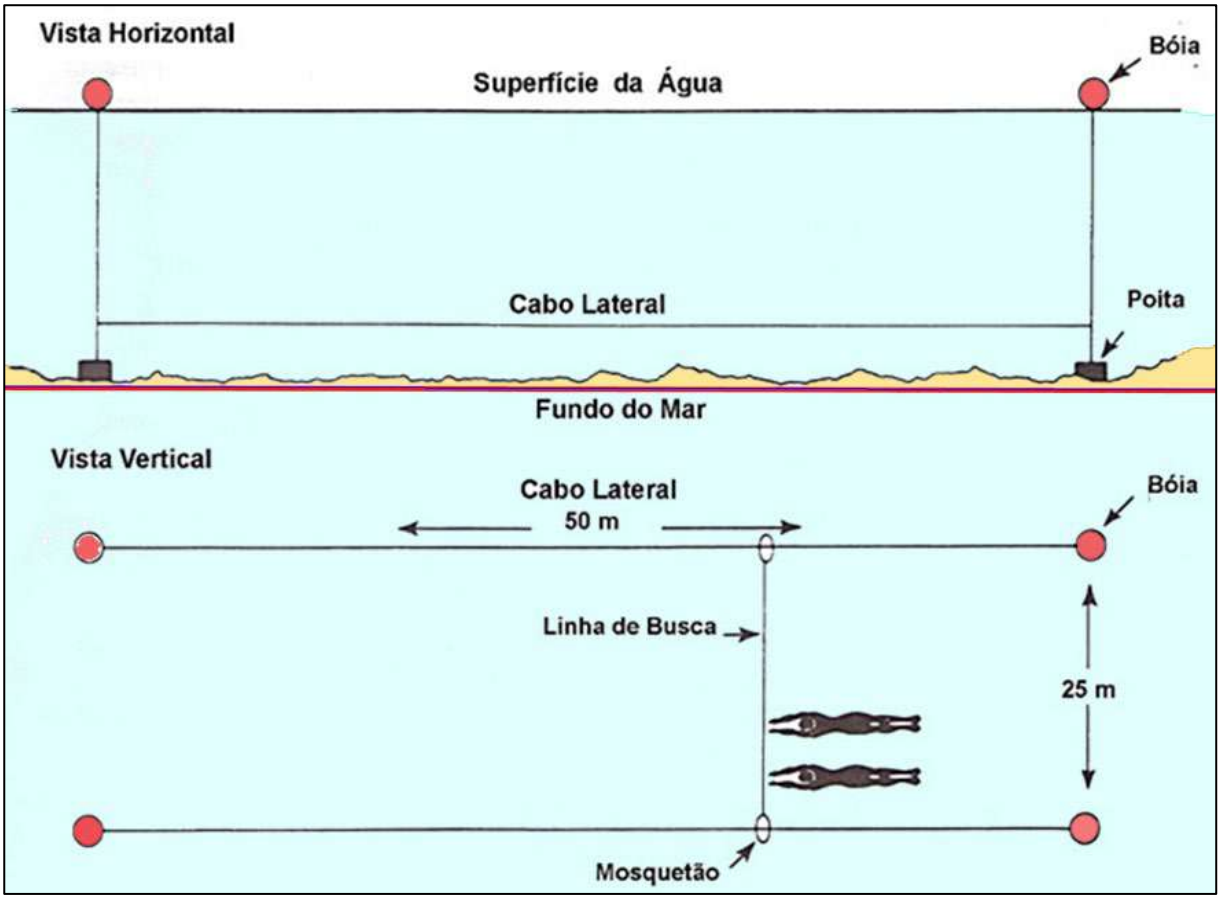


Fig 11.8 – Busca de Varredura Paralela

11.5.6.3 Outro método alternativo é a "perpendicular", adequando-se aos fatores condicionantes.

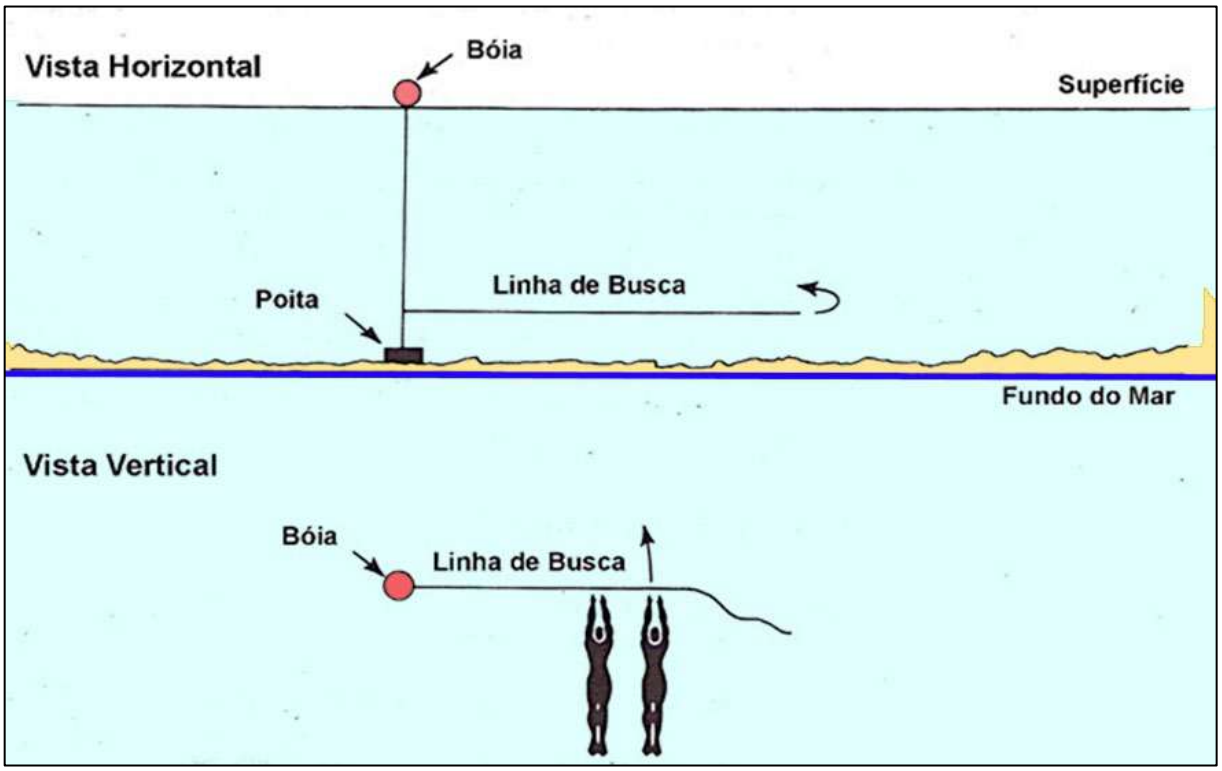


Fig 11.9 – Busca de Varredura Perpendicular

11.5.6.4 Na cinemática desta varredura, executa-se um movimento em "Z" de forma a garantir que toda a área seja vasculhada.

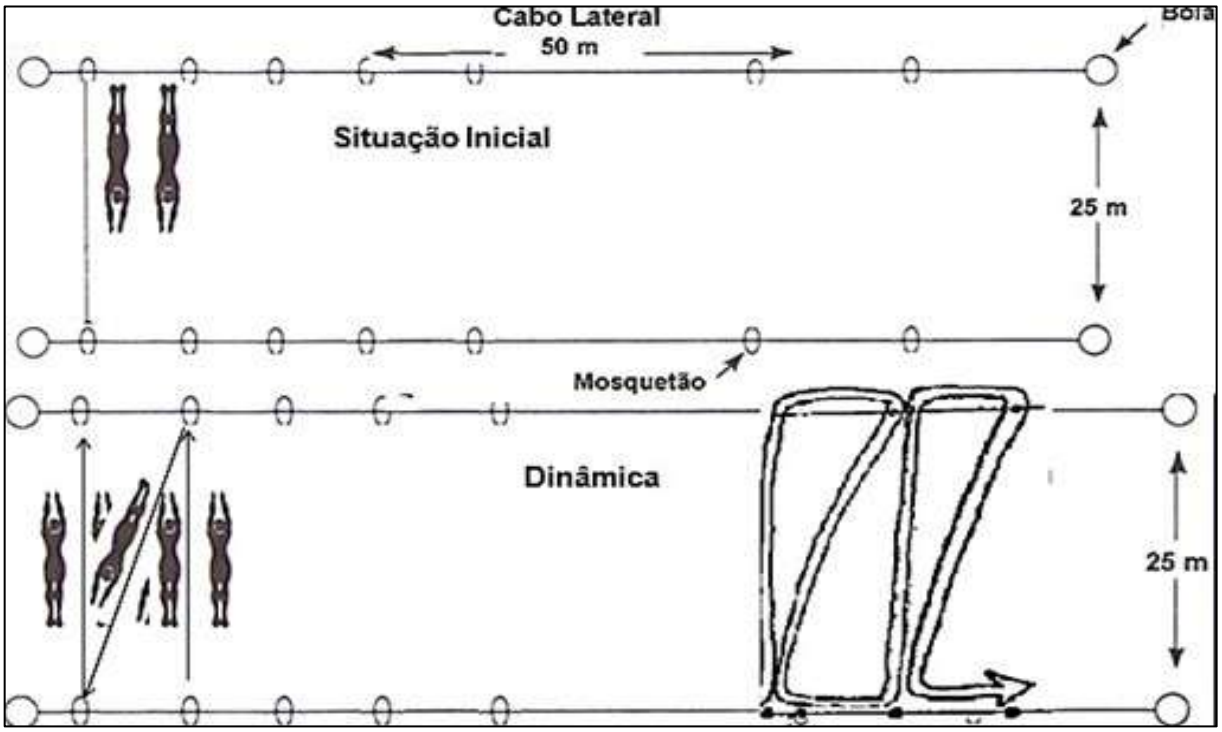


Fig 11.10 – Cinemática

11.5.7 BUSCA ORIENTADA:

11.5.7.1 Realizada através de uma bússola e pontos nítidos de referência, o mergulhador percorre a área a ser batida, dividindo-a em raias.

11.5.7.2 Preferencialmente um Merg orienta o outro Merg para realizar a varredura.

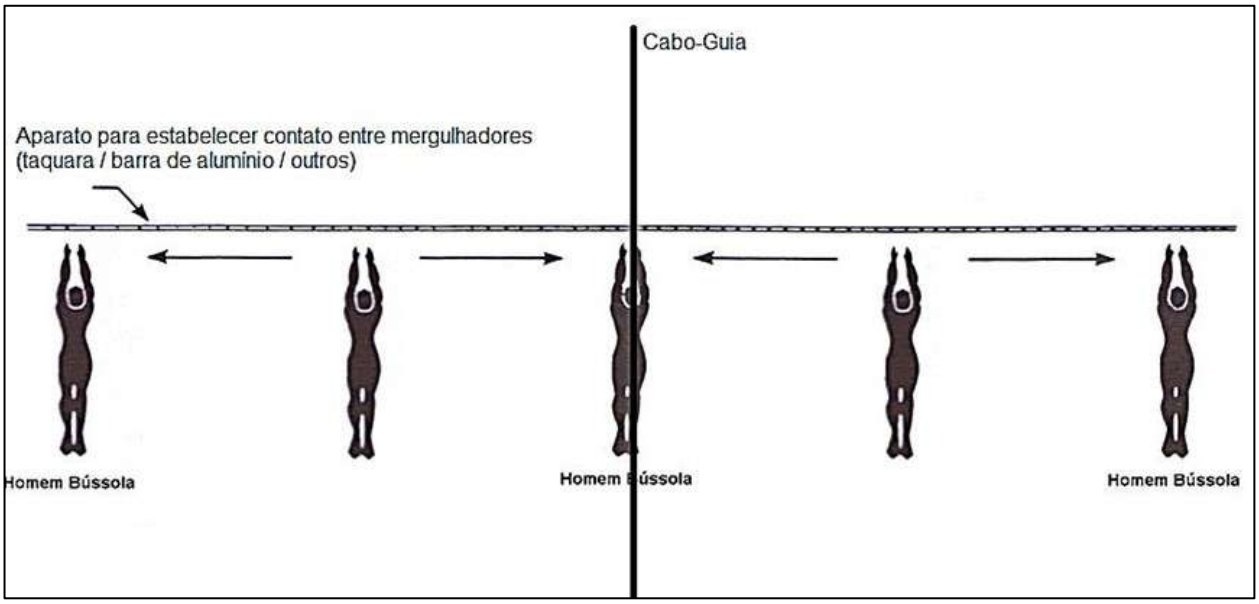


Fig 11.1 – Representação de um Dispositivo de Busca Orientada

11.5.7.3 Descrição do Método:

11.5.7.3.1 Dependendo do efetivo e dos meios disponibilizados, devemos ajustar o nosso dispositivo.

11.5.7.3.2 Tem-se como primordial a referência para ser empregada:

– Recomenda-se que seja um cabo-guia no fundo ao qual um mergulhador terá como base de sua referência, e as extremidades devem ajustar o Az para manter o aparato de forma perpendicular ao sentido de busca.

11.5.8 BUSCAS COM MEIOS AUXILIARES

11.5.8.1 Dependendo dos recursos da OM e da disponibilidade de apoio, podemos empregar equipamentos específicos para auxiliar os mergulhadores durante a busca, empregando-os para otimizar o processo de busca.

11.5.8.2 Métodos Acústicos:

– Emprego de sonares portáteis ou receptores para uso com emissores de sinal ou respondedores.

11.5.8.3 Métodos Mecânicos:

– São as varreduras.

– São usados cabos e pesos/lastros e se aplicam, em geral, à busca de objetos nos quais tais cabos possam ficar presos.

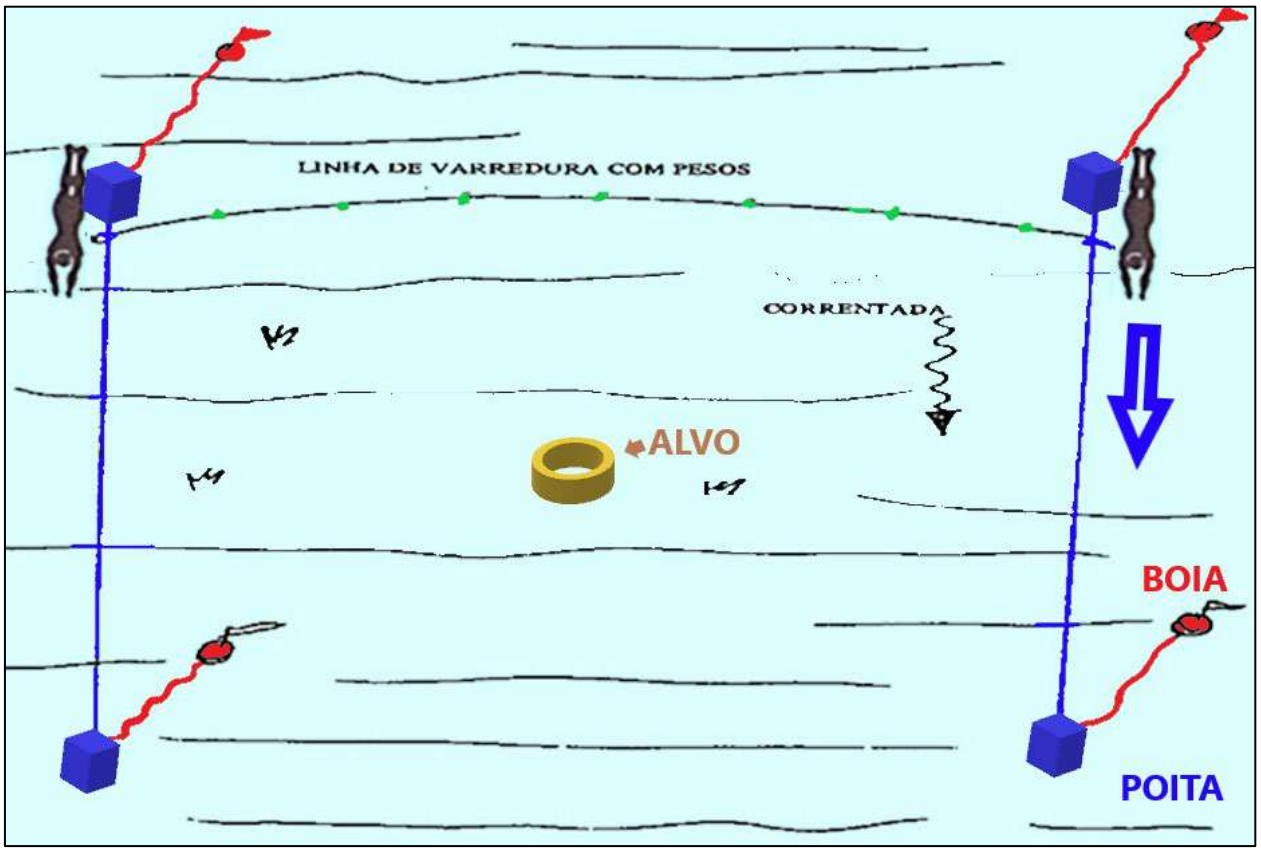


Fig 11.12 – Varredura mecânica com meios auxiliares

11.5.8.4 Métodos Magnéticos:

– Sensores portáteis baseados nas propriedades magnéticas dos alvos, que são aplicados na busca de metais ou materiais que gerem interferência magnética, em geral, enterrados no fundo.

11.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE UMA OPERAÇÃO DE BUSCA

11.6.1 ENSAIO:

11.6.1.1 É imprescindível que toda atividade a ser realizada em uma missão de busca e recuperação seja ensaiada, em terra ou em ambiente controlado (piscina), exatamente da maneira em que se desenvolverá no mergulho.

11.6.1.2 De forma que a dupla/ ou equipe esteja sincronizada, de forma que consigam executar toda operação sem verbalizar e sem enxergar (SFC).

11.6.2 COMUNICAÇÃO DEBAIXO D'ÁGUA:

11.6.2.1 Muitas vezes estaremos com a verbalização restrita (sem fonia debaixo

d'água), sendo necessário realizar a comunicação toda através de sinais e gestos.

11.6.2.2 Esses devem ser realizados por meio de códigos convencionados ou por toques de mão/ puxões de cabos (padronizados durante o ensaio).

11.6.2.3 Sobre este último, devemos ser o mais prático possível nesse quesito, de maneira geral, delimitar as indicações de toques/puxões em "**Pare**", "**Siga**" e "**Problemas/Venha até mim**", uma vez que o objetivo é deixar os trabalhos fluírem de forma mais simples e eficiente conforme o exemplo a seguir:

2 Puxões/Toques = Pare

3 Puxões/Toques = Siga

Vários Puxões/Toques = Preciso de ajuda

11.6.3 CONFECÇÃO DE RELATÓRIOS:

– Para criarmos uma memória das operações realizadas, é extremamente interessante que, ao final dos trabalhos da missão, seja confeccionado um relatório, detalhando as características da missão (alvo, tipo de fundo, corrente, visibilidade, área de busca) e relatando sobre as condicionantes de trabalho (efetivo envolvido, materiais empregados, tipo de busca, planejamento de mergulho empregado) e as técnicas desenvolvidas (técnica escolhida, forma de condução do ensaio, dificuldades encontradas, pontos fortes, oportunidades de melhoria).

11.7 OPERAÇÕES DE REFLUTUAÇÃO DE PESSOAL E/OU MATERIAL

11.7.1 Operações de reflutuação de pessoal e/ou material iniciará sempre após a realização de uma busca bem executada.

11.7.2 A reflutuação cresce de importância a partir do momento que quando o material ou pessoal é encontrado o resgate deve ser executado de forma a manter o máximo possível a integridade física do pessoal e/ou material.

11.7.3 Diante disso crescem de importância as medidas de coordenação e controle durante a realização de uma reflutuação, a começar pelo adestramento da equipe de mergulhadores, materiais a serem utilizados e análise de todos os fatores que possam vir a ser complicadores ou até mesmo impeditivos à realização da tarefa.

11.7.4 CABE AO COORDENADOR DO MERGULHO VERIFICAR TRÊS FATORES PARA A EXECUÇÃO DA ATIVIDADE:

– se é possível,
– se é viável e
– se é necessário, de acordo com as informações levantadas sobre como ocorreu a imersão.

11.8 TIPOS DE REFLUTUAÇÃO

11.8.1 EXISTEM DOIS TIPOS DE REFLUTUAÇÃO: a direta e a indireta ou “por etapas”.

11.8.2 REFLUTUAÇÃO DIRETA

– É a reflutuação em que a profundidade em que o material a ser reflutuado se encontra permita que os mergulhadores cheguem ao material e realizem a ancoragem do *Lift Bag* direto no material ou pessoal a ser reflutuado.

11.8.3 REFLUTUAÇÃO INDIRETA OU POR ETAPAS:

11.8.3.1 É a reflutuação onde a profundidade em que o material a ser reflutuado não permite que a equipe de mergulhadores, com equipamento autônomo a ar comprimido, execute uma reflutuação direta.

11.8.3.2 Sendo assim, é utilizado um cabo com nós de aselha a cada 5 ou 10 metros na ancoragem do material pela equipe de busca, unido a uma boia na superfície que marca a posição do material.

11.8.3.3 Diante da situação, a equipe de reflutuação terá que mergulhar a uma profundidade máxima de 10 metros para realizar a tarefa, pois conforme for utilizando os *lift bags* nas aselhas, o material vai emergindo até chegar aos mergulhadores.

11.8.3.4 Após a chegada do material até a profundidade onde os mergulhadores se encontram, a equipe de reflutuação irá emergir junto com o material visando manter uma maior integridade do material e da equipe de reflutuação.

11.8.3.5 Sempre será necessário o dobro da quantidade ideal necessária de *lift bags* mínimos para reflutuar o material e/ou pessoal que se encontra submerso.

11.9 COMPOSIÇÃO DA EQUIPE DE REFLUTUAÇÃO

11.9.1 A equipe de reflutuação é composta por, **no mínimo, dois mergulhadores** e vai variar sempre de acordo com pessoal e/ou material a ser reflutuado.

11.9.2 A equipe de reflutuação, sempre que possível, não deve ser a mesma que executou a busca, devendo estar em constante adestramento para execução da atividade que lhe é imposta.

11.10 MATERIAIS UTILIZADOS NA REFLUTUAÇÃO DE PESSOAL E/OU MATERIAL

11.10.1 *LIFT BAGS* OU SACOS ELEVATÓRIOS

11.10.1.1 *Lift Bags* tipo “balão”, ou também conhecidos como sacos elevatórios, de vários estilos, tamanhos e formas e seu emprego variam de acordo com o material a ser reflutuado. O tipo de *Lift Bag* mais popular é o de fundo aberto tipo balão.

11.10.1.2 Esses tipos de Lift Bags parecem um paraquedas e possuem uma válvula de purga manual na parte superior, utilizada para o controle de subida do material, e uma abertura na parte inferior para entrada de ar, além de possuírem alças e presilhas para montagem, sendo muito versáteis para realização de diversas reflutuações.

11.10.1.3 *Lift Bags* tipo “colchão” são colchões de ar totalmente fechados que podem possuir válvulas de purga/descarga, são utilizados para erguer objetos ou realizar reboques submersos.

11.10.1.4 *Lift Bags cilíndricos* são sacos elevatórios longos e cilíndricos, utilizados para prover estabilidade na superfície, para instalação de tubos submersos e outros projetos de construção.

11.10.1.5 *Levantadores* de Peso Subaquáticos Improvisados ou *Lift Bags* de fortuna.

– *Levantadores* de peso subaquáticos improvisados ou *Lift Bags* de Fortuna são materiais não convencionais que podem ser utilizados para realizar uma reflutuação como galões de fibra e plástico, câmara de ar de borracha, entre outros.
– Importante ressaltar que para utilizar esse material a equipe deve estar com alto nível de adestramento, pois os materiais utilizados não são feitos originalmente para este fim.

11.10.2 CILINDRO DE AR COMPRIMIDO COM MOSQUETÃO E MANGUEIRA DE 2º ESTÁGIO (RABICHO)

– Durante a realização de uma reflutuação, um dos mergulhadores da dupla da equipe de reflutuação irá levar consigo um cilindro extra de ar comprimido, a argola em delta do seu colete equilibrador estará presa por um mosquetão, de modo que o mergulhador realize o enchimento do *Lift Bag* empregado, sem precisar utilizar da sua própria fonte de ar.

11.10.3 CABO SOLTEIRO

11.10.3.1 Os mergulhadores que irão executar a tarefa da reflutuação devem levar consigo uma quantidade adequada de cabos solteiros para executarem a ancoragem do material a ser reflutuado.

11.10.3.2 Para a ancoragem do material, os mergulhadores devem utilizar os seguintes nós e amarrações de acordo com o tipo de pessoal e/ou material: lais de guia, nó de porco, meio porco arrematado e/ou escota simples ou dupla.

11.10.3.3 Vale ressaltar que todos os nós citados devem ser arrematados com o nó pescador duplo a fim de que não negligenciem a segurança da atividade.

11.11 CONFIGURAÇÃO DO MATERIAL DA EQUIPE DE REFLUTUAÇÃO

11.11.1 Uma equipe de reflutuação é composta por, no mínimo, dois mergulhadores, em que o mergulhador 1 utiliza, além do equipamento de mergulho autônomo, um cilindro de ar comprimido extra com uma mangueira de baixa pressão “rabicho”, preso por um mosquetão na argola em delta do colete equilibrador, para inflar o *lift bag*.

11.11.2 O mergulhador 2 também estará portando equipamento de mergulho autônomo e irá levar consigo a quantidade necessária de *lift bags* e cabos solteiros para a ancoragem do material.

11.12 PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA DURANTE A REFLUTUAÇÃO

11.12.1 MANTER A CALMA

11.12.1.1 É de vital importância que em qualquer atividade de mergulho, inclusive a reflutuação, o mergulhador se mantenha sempre calmo diante dos diversos cenários que podem fazer parte a atividade.

11.12.1.2 Uma vez que o mergulhador perde o controle emocional, toda atividade é colocada em risco de que ocorram incidentes e até acidentes de leves a gravíssimos.

11.12.2 REALIZAR UMA DESCIDA CONTROLA

– A equipe de reflutuação deverá sempre realizar uma descida controlada pelo cabo de balizamento do pessoal e/ou material que se encontra submerso, de modo a evitar os diversos tipos de barotraumas e realizar uma chegada em segurança ao material, mantendo a integridade do mesmo, além de não levantar suspensão arenosa ou lodosa do local onde o material se encontra.

11.12.3 REALIZAR AMARRAÇÕES/ ANCORAGENS CORRETAS

11.12.3.1 A equipe deverá executar sempre os nós e as amarrações previstos neste manual, de maneira correta e sempre executar o arremate com o nó pescador duplo, evitando que o nó venha a se desfazer.

11.12.3.2 A equipe de reflutuação não desfaz a amarração do cabo de balizamento/identificação que a equipe de busca ancorou no material a ser reflutuado.

11.12.4 USO CORRETO DO *LIFT BAG* E CILINDRO DE AR COMPRIMIDO SOBRESSALENTE

11.12.4.1 A equipe de reflutuação deverá analisar a integridade do material e realizar a escolha do melhor ponto de ancoragem para elevação da carga com o lift bag.

11.12.4.2 Definido o ponto de ancoragem, a equipe iniciará a reflutuação do material, abrindo lentamente o cilindro de ar comprimido para inflar o *lift bag*, visando inicialmente quebrar a inércia, descolando a carga do fundo do local, cresce de importância a técnica e a sensibilidade dos mergulhadores, pois se for adicionado muito ar ao *lift bag*, a carga tende a executar uma subida descontrolada, sendo necessário acionamento da válvula purga para dispensar o excesso de ar e manter a flutuabilidade neutra da carga.

11.12.4.3 Após estabelecer a flutuabilidade do material, executar subida controlada até a superfície. Os *lift bags* só deverão ser desinflados quando a carga estiver ancorada em segurança na superfície.

11.12.5 PROCEDIMENTOS DOS MERGULHADORES

11.12.5.1 Os mergulhadores em hipótese alguma se posicionam a seguir da carga (pessoal e/ou material) que está sendo reflutuada, evitando acidente caso o material venha a se desprender.

11.12.5.2 Caso a carga, durante a reflutuação, tenha uma subida descontrolada, os mergulhadores devem se afastar da carga, não ficar sob a mesma e jamais tentar acompanhar a subida descontrolada da carga, evitando, assim, a Síndrome de Hiperdistensão Pulmonar (SHP) e Doenças Descompressivas (DD).

11.12.6 ANALISAR A SITUAÇÃO

11.12.6.1 Supervisor do mergulho deverá discutir detalhadamente com sua equipe sobre os dados obtidos, equipamentos disponíveis, método que usará e como fazer.

11.12.6.2 Após a discussão, deve ser tomada a decisão sobre a realização da operação, assim, deve ser definido se a reflutuação atende aos três requisitos para sua execução: se é possível, se é viável ou se é necessário.

11.12.6.3 Poderá existir uma missão possível de ser executada, mas que não seja viável e nem seja necessário realizar a reflutuação. Pode ocorrer uma missão que seja possível e viável executar, mas que não seja necessário realizar a reflutuação, por exemplo, o objeto poderia ser içado.

11.13 PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO

11.13.1 OBSERVAÇÕES GERAIS

11.13.1.1 No planejamento deve ser avaliado o tipo e a quantidade dos Levantadores de Peso Subaquáticos - LPS que podem ser utilizados para o trabalho.

11.13.1.2 Dependendo da disponibilidade, podem ser utilizados *lift bags* ou qualquer recipiente resistente que possa ir ao fundo e depois preenchido com ar, tais quais tambores, tonéis ou bombonas.

11.13.1.3 Após isso, determinar o empuxo necessário para a reflutuação através do cálculo do volume e densidade do objeto.

11.13.1.4 Neste momento deve ser selecionado e calculado o tipo e a quantidade de LPS a ser utilizado para o trabalho. Determinar o empuxo que atua no objeto pelo seu próprio volume e calcular a força de flutuação adicional necessária para reflutuar o objeto.

11.13.1.5 A força de flutuação é o resultado do cálculo da força de empuxo que atua em todos os LPS. A distribuição dos LPS deve ser ao longo do objeto, buscando o equilíbrio durante a ascensão.

11.13.1.6 A sinalização do local serve para deixá-lo seguro e isolado, indicando a

realização de uma operação de mergulho. A velocidade de subida do sistema é um item de extrema importância, pois se o sistema subir muito rápido, poderão ocorrer: perda do equilíbrio, rompimento dos LPS, movimentação dos LPS na superfície liberando o ar, quebra da estrutura do objeto devido à força de resistência provocada pela água, enroscar-se ao mergulhador deixando-o em situação arriscada.

11.13.1.7 A velocidade de subida deve, se possível, ser próxima à velocidade de subida do mergulhador, daí a importância de não inflar excessivamente e nem muito rápido as bombonas.

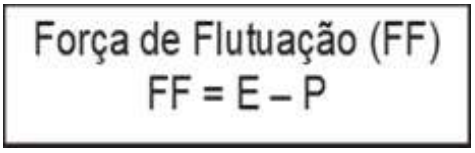
11.13.1.8 No entanto, será muito difícil controlar essa velocidade, uma vez que, com o deslocamento para cima, a pressão ambiente diminui, o volume do ar dentro do flutuador aumenta e, com ele, o empuxo igualmente aumenta. Esse aumento do empuxo acelera a velocidade de subida aumentando o risco.

11.13.1.9 É de importância vital a manutenção do centro de flutuabilidade acima do Centro de Gravidade - CG. O centro de gravidade é o ponto no qual o objeto fica em equilíbrio e onde todo o peso se concentra. Um objeto suspenso no ar sempre se moverá de tal forma que o CG fique a seguir do ponto de içamento. Um objeto suspenso de baixo d'água será sempre influenciado pelo centro de flutuabilidade, o qual afetará sua estabilidade.

11.13.1.10 Segurança geral do mergulho, em que todos os aspectos possíveis devem ser verificados, como a segurança do mergulhador, da equipe, do sistema, de toda a área onde transcorrem os trabalhos.

11.13.1.11 O destino do objeto depois de reflutuado deve ser previsto antes do mergulho. Não basta trazer o objeto à superfície, deve-se previamente discutir e determinar para onde ele será conduzido após sua ascensão.

11.13.2 CÁLCULO DE REFLUTUAÇÃO



11.13.3 EXECUÇÃO DO TRABALHO

11.13.3.1 O material a ser usado, deve ser levado ao fundo pelo mergulhador, conduzindo todo o equipamento. Caso haja grande quantidade de materiais, poderá ser auxiliado por outros mergulhadores ou equipe de superfície através de um sistema de cordas, ou cabos de aço, ou até mesmo guincho, providenciando a fixação ao objeto.

11.13.3.2 Se possível, usar ligas, cintas ou fitas tubulares, unidos por manilhas, pois na água fria perde-se a sensibilidade para realizar nós. Injetar pouco ar nas bombonas, apenas para mantê-las positivas. Após as bombonas estarem fixadas, deve-se adicionar pouco ar e não as inflar totalmente, pois poderá causar desequilíbrio ou ascensão brusca.

11.13.3.3 O sistema deve manter-se equilibrado. Caso contrário, os LPS deverão ser reposicionados. Cuidar para que nenhum equipamento do mergulhador fique preso ao sistema.

11.13.3.4 Antes de iniciar a ascensão, verificar se as fitas, ligas, cabos ou tirantes de fixação estão livres. Manter distância segura do sistema durante a elevação. Não se posicionar a seguir, nem acima do sistema, manter-se de frente para ele e com a correnteza pelas costas. Manter a área de elevação livre até a superfície. Quando o objeto subir, a área da superfície deve estar livre, evitando acidentes e permitindo a equipe de superfície resgatá-lo com segurança.

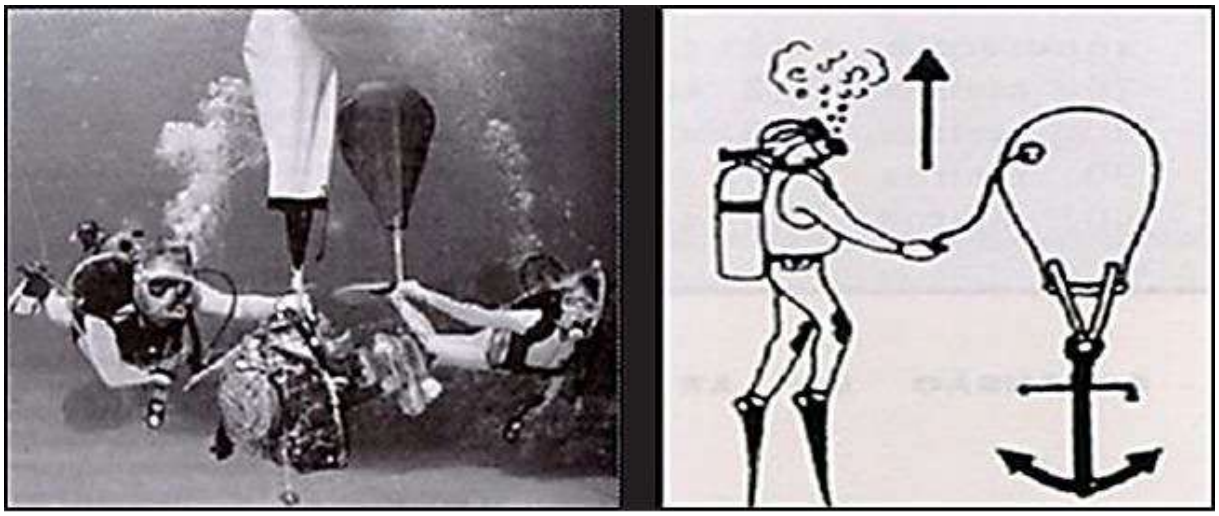


Fig 11.13 – Exemplos de trabalhos de reflutuação

11.13.4 EQUIPAMENTOS:

11.13.4.1 Os materiais que podem ser utilizados em uma operação de reflutuação são diversos, seguem alguns deles que serão indispensáveis à missão.

11.13.4.2 Cordas: confeccionadas em nylon ou polipropileno. São utilizadas nas seguintes situações: ancoragem e/ou tração do objeto, reboque do objeto; ligação do objeto à superfície ou boia de sinalização. Possuem comprimentos variados, mas é importante que o comprimento não seja muito maior que o necessário a fim de facilitar as amarrações.

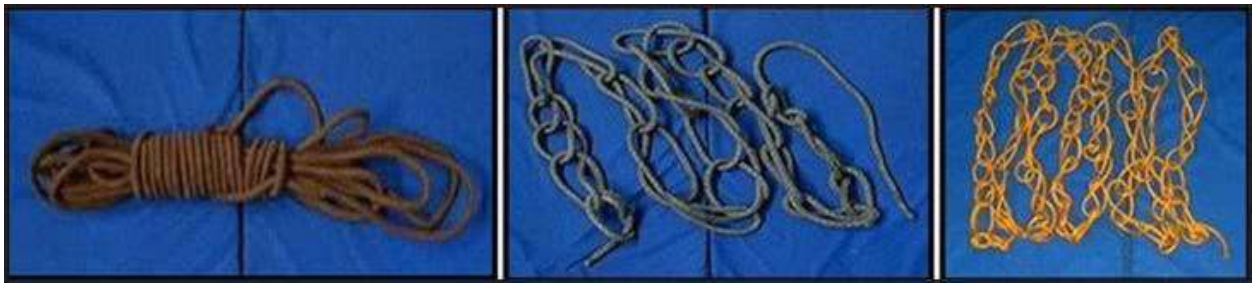


Fig 11.14 – Exemplos de cordas para amarração

11.13.4.3 Fita tubular: confeccionada em nylon trançada com dupla camada, formando um tubo. É utilizada para ancorar objetos leves aos LPS e o comprimento é de acordo com a necessidade. Podem ser montadas previamente fitas já amarradas com 1 m, 2 m, 3 m e 4 m (ficando com menos da metade do comprimento após a amarração).

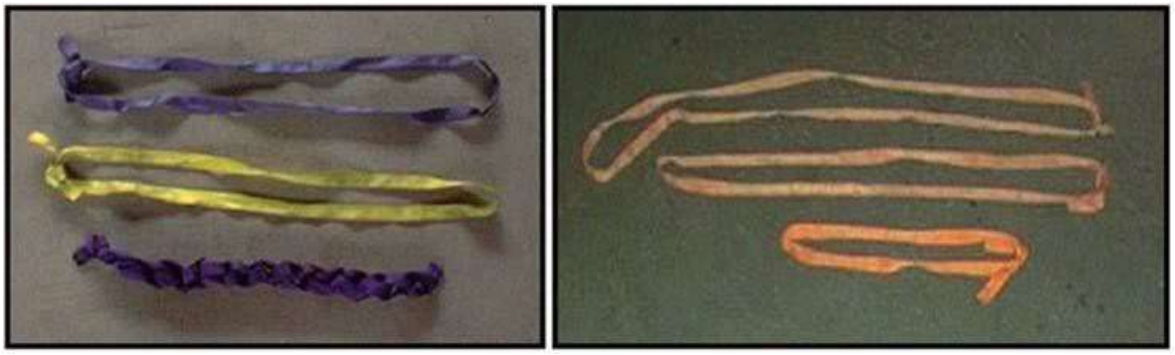


Fig 11.15 – Exemplos de fitas tubulares

11.13.4.4 Mosquetão e manilha de aço: confeccionados em alumínio ou aço inox para uso na água. São utilizados para unir a ancoragem de objetos leves ao LPS ou sistema de guincho.

Fig 11.16 – Exemplos de mosquetões e manilhas

11.13.4.5 Linga de cabo de aço: por trabalhar em água deve ser galvanizada (zincada) e possuir terminais em olhal, travado por presilha. Serve para ancorar o objeto ao guincho.

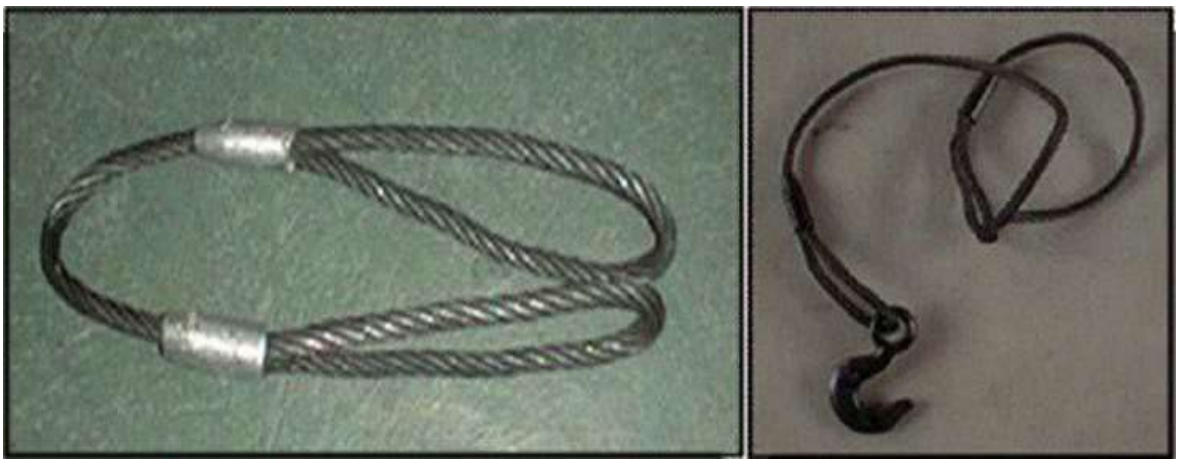


Fig 11.17 – Exemplos de lingas de cabo de aço

11.13.4.6 Levantador de Peso Subaquático (LPS): é o acessório usado para ser preenchido com ar após ser fixado no objeto submerso, aumentando sua flutuabilidade pela ação do empuxo. Auxilia na elevação do objeto submerso. Podem ser industrializados ou feitos de improviso.

Fig 11.18 – Exemplos de Levantadores de Peso Subaquáticos Fabricados

Fig 11.19 – Exemplos de Levantadores de Peso Subaquáticos Improvisados

CAPÍTULO XII

COMUNICAÇÕES NO MERGULHO

12.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

12.1.1 Os principais meios de comunicações no mergulho são: comunicação por sinais e gestos convencionados, voz e escrita.

12.1.2 A comunicação por voz é feita por meio de equipamentos especialmente projetados para esse fim, como máscara *Full Face*, intercomunicadores etc.

- Esses equipamentos não são muito conhecidos pela maioria dos mergulhadores, porém são largamente empregados entre: pesquisadores, agentes de segurança pública, empresas especializadas em mergulho comercial e militares.

12.1.3 Não se pode comunicar pela voz diretamente dentro da água, precisa-se de um espaço de ar à frente da boca para poder pronunciar as palavras.

- Atualmente existem no mercado equipamentos com diferentes alcances, frequências, profundidades de operação, tipos de baterias, acionamento, entre outras características. No entanto, por ter um custo elevado, ainda são pouco utilizados.

12.1.4 Nesse sentido, as comunicações por sinais ainda são muito úteis e eficientes quando os mergulhadores estão familiarizados com o uso dos sinais.

12.1.5 Dependendo da necessidade de anotações e comunicações mais complexas, também é possível empregar prancheta e lápis durante o mergulho.

- Essas técnicas têm sua eficiência diminuída na execução do mergulho em águas de baixa visibilidade.

12.2 SINAIS CONVENCIONADOS

12.2.1 Apresenta-se a seguir uma apresentação resumida dos principais sinais convencionados para a comunicação durante o mergulho. Eles estão apresentados de forma expandida no Anexo à este CI.

12.2.2 Outros sinais convencionados existem e, de acordo com a missão específica que se for realizar, podem ser combinados outros sinais a serem utilizados pelos mergulhadores a fim de viabilizar a comunicação.

- Para uma comunicação efetiva, esses sinais devem ser ensaiados antes da atividade.

12.2.3 Além dos apresentados, outros sinais poderão ser definidos conforme necessidades, por exemplo:

- Durante uma busca circular, poderão ser estabelecidos puxões no cabo que liga os elementos no fundo para avisar o momento de parar, continuar ou em caso de pane vir a superfície.

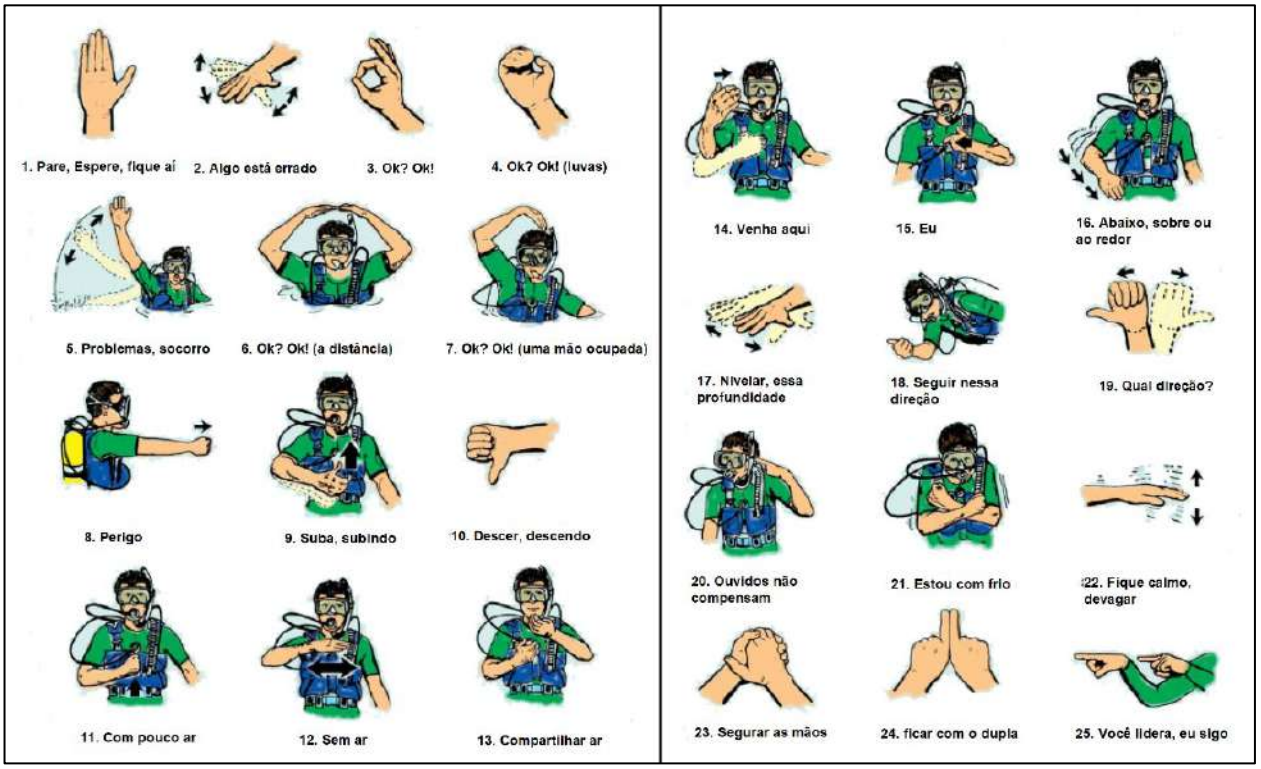


Fig 12.1 – Sinais Convencionados - Fonte: Open Water Diver Manual - PADI

12.3 COMUNICAÇÃO POR VOZ

12.3.1 Como já foi mencionado, a voz precisa do ar para se propagar adequadamente, dentro da água não existe essa possibilidade.

- Ondas de rádio também não se propagam bem na água.
- A solução é a utilização de ondas de ultrassom.

12.3.2 Um transmissor na máscara do mergulhador e um receptor próximo ao ouvido podem realizar a comunicação utilizando a propagação de ondas de ultrassom.

- Para isso, o transmissor necessita estar em um espaço com ar próximo a boca do mergulhador e essa condição só é possível com máscaras específicas do tipo *full-face* ou similares.

12.3.3 Atualmente existem no mercado intercomunicadores para mergulho profissional que proporcionam comunicações contínuas entre os mergulhadores e dos mergulhadores com o supervisor de mergulho, tanto para o mergulho autônomo como para o mergulho dependente.

Fig 12.2 – Sistema de respiração adaptado para comunicação de voz

Fig 12.3 – Rádio Intercomunicador de Mergulho

12.4 COMUNICAÇÃO ESCRITA

- Uma maneira simples de se comunicar de baixo d'água é através da comunicação escrita, para isso o mergulhador deve possuir material adequado, que pode ser improvisado ou adquirido em lojas especializadas.

Fig 12.4 – Prancheta de mergulho de três folhas

CAPÍTULO XIII

RECARGA DE CILINDROS DE AR COMPRIMIDO

13.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

13.1.1 A maior dificuldade para permanecer submerso é dispor de uma reserva de ar para respirar debaixo da água.

- Conhecido como cilindro de ar, ampola ou *aqualung*, o equipamento é utilizado para conduzir o suprimento de ar para o mergulho.

13.1.2 O cilindro recebe uma grande quantidade de gás comprimido em um volume relativamente pequeno.

- Controlado pelas válvulas de primeiro e segundo estágio, esse gás vai sendo liberado para o consumo pelo mergulhador durante a atividade e essa quantidade de ar deve ser suficiente para que o mergulhador se desloque, realize sua atividade e retorne em segurança para a superfície.

13.1.3 Por se tratar de um recipiente pressurizado, apresenta riscos. Uma falha na estrutura do cilindro pode permitir sua ruptura o que pode causar uma explosão violenta devido à alta pressão.

- Esse risco de explosão traz a necessidade de se manter uma série de cuidados com o material, realizar sua recarga seguindo um método e fazer verificações periódicas a fim de atestar a integridade do equipamento.

13.1.4 As características do cilindro são gravadas nele normalmente com inscrições diretamente no próprio metal do corpo do cilindro em relevo.

- Essa marcação é realizada de forma padronizada a fim de facilitar a verificação das características do cilindro, bem como informações importantes das condições dele e prazo de validade do teste hidrostático.

13.1.5 SEGUE, COMO EXEMPLO, A INSCRIÇÃO COM O SIGNIFICADO DE CADA DADO:

DOT – 3AL – 3000 – S80 – P263716 – LUXFER – 10 12

a) DOT:
   - entidade que certifica as características do cilindro, no caso o Departamento de Transportes dos Estados Unidos das Américas (EUA), poderia ser ABNT, DIN etc;

b) 3AL:
   - tipo e dureza do metal que é feito o cilindro (no exemplo, alumínio).
   - Cilindros do tipo 3A são de aço carbono que é impróprio para a atividade de

mergulho;
c) 3000:
   - pressão nominal ou carga máxima de trabalho em PSI;
d) S80:
   - volume interno (no exemplo 80 ft³);
e) P263716:
   - número de série do cilindro atribuído pelo fabricante;
f) LUXFER:
   - fabricante; e
g) 10 12:
   - Data' do último teste hidrostático (mês e ano).

Fig 13.1 – Exemplo de gravação das informações do cilindro

13.1.6 Podem haver outras marcações no cilindro como tipo de gás que pode ser comprimido.

- Além disso, as unidades de medida das informações de pressão e volume podem ser diferentes de acordo com a entidade responsável pela certificação do cilindro.
- O mergulhador deve se certificar desses dados no emprego do cilindro.

13.2 QUANTIDADE DE AR A SER CONDUZIDA NO MERGULHO

13.2.1 Ao planejar o mergulho, a equipe deve calcular quanto de ar será necessário para a atividade.

-A equipe deve ter em mente que o mergulho tem várias etapas, inicia quando se deixa

a superfície, existe o deslocamento até a profundidade onde será realizado o trabalho fim do mergulho, o tempo necessário para cumprir o trabalho e o retorno à superfície, seguindo o esquema de descompressão.
- Todo esse tempo deve ser computado pelo mergulhador.

13.2.2 CONSUMO DE AR

13.2.2.1 A taxa de consumo de ar é a quantidade de ar que é necessária para ventilar o pulmão do mergulhador durante uma determinada quantidade de tempo. Relembrando as leis da física aplicadas ao mergulho, é preciso ter em mente que o volume ocupado por um gás será menor em ambientes de maior pressão.

- Assim, com o aumento da pressão ambiente, o consumo real do gás do cilindro também aumenta.

13.2.2.2 O consumo de ar de cada mergulhador vai variar de acordo com o organismo de cada indivíduo. É importante que esse valor seja avaliado por meio da experiência prática. No entanto, para fins de cálculo e exercício da atividade por indivíduos ainda pouco experientes, as seguintes taxas de consumo de ar podem ser utilizadas com relativa segurança:

- mergulho normal: 35l/min (1,25 ft³/min); e
- emergência, frio exagerado ou trabalho pesado: 40l/min (1,5 ft³/min).

13.2.2.3 O volume de ar necessário para ventilar o pulmão por uma quantidade de tempo deve ser multiplicado pela pressão ambiente da profundidade máxima que o mergulhador planeja atingir durante seu mergulho.

- Será utilizado, como exemplo, um mergulho que atingirá a profundidade de 30 metros, ou seja, que atingirá uma pressão ambiente de 4 bar, no qual ocorrerá um trabalho pesado.

13.2.2.4 Multiplicando a taxa de 40l/min pela pressão ambiente de 4 bar, o resultado será de 160l/min. Isso significa que a 30 metros de profundidade, para realizar um trabalho pesado durante 1 minuto, o mergulhador necessita utilizar o ar que ocuparia um volume 160l ao nível do mar para ventilar seu pulmão.

13.2.2.5 Durante o planejamento, o mergulhador avalia que necessitará, com segurança, de 1 hora (60min) para deixar a superfície, chegar ao local do fundo, realizar sua tarefa e retornar a superfície.

- Ao multiplicar a taxa de consumo pelo tempo, obter-se-á o seguinte resultado:

Taxa de consumo: 40l/min
Pressão: 4bar
Tempo de Fundo: 60min
40 x 4 x 60 = 9600l

13.2.2.6 Serão necessários 9600 litros de ar à pressão de 1 atm comprimido dentro dos cilindros a serem conduzidos pelo mergulhador para o fundo a fim de haver ar em quantidade suficiente para realizar o trabalho com segurança.

13.2.2.7 A maioria dos cilindros empregados em mergulho tem o volume de 80 pés cúbicos (ft^3), o que dá aproximadamente 11 litros e admite uma pressão de 200 bar (importante avaliar as características do equipamento que estiver utilizando e não utilizar esses dados nos planejamentos até que seja conferido).

- Por fim, multiplicando a pressão pelo volume, esse tipo de cilindro admite uma quantidade de 2200l de gás à pressão ambiente.
- Tendo o consumo planejado em 9600l de gás avalia-se que será necessário conduzir 5 cilindros para que o mergulhador realize sua atividade para realizar esse mergulho.

13.2.2.8 Esses valores são genéricos e utilizados para apresentar ao mergulhador como planejar seu mergulho.

- Mais uma vez, a taxa de consumo de ar do indivíduo, bem como as características do material devem ser estudadas e, de acordo com esses parâmetros reais, realizado o planejamento.

13.3 RECARREGANDO O CILINDRO

13.3.1 Como já enfatizado, o cilindro de ar trabalha pressurizado, essa condição é perigosa se não for tomada a devida cautela. Além disso, outros cuidados devem ser tomados ao recarregar um cilindro.

- Já foi apresentado que o organismo humano está adaptado a um tipo de mistura gasosa e, como o mergulhador passará a respirar a mistura comprimida no cilindro, muito cuidado deve ser tomado acerca do gás que será comprimido nele.

13.3.2 O ar fornecido aos mergulhadores deverá atender às normas de pureza. Os valores máximos de contaminantes são:

Gás carbônico: 1.000 ppm (0,1%);
Monóxido de carbono: 20 ppm; e
Partículas de vapores de óleo: 5 mg/m3.

13.3.3 O ar deverá estar livre de qualquer odor ou contaminação, para isso, os compressores devem ser equipados com filtros especiais, inclusive com presença de carvão ativado. Também, não deverá conter qualquer substância tóxica ou irritante. A concentração de oxigênio deverá estar entre 20% e 22%, ou seja, a normal do ar atmosférico.

13.3.4 Os cilindros podem ser carregados e conectados diretamente a um compressor de ar, ou por cascata, se conectados a cilindros de grande capacidade recarregados com alta pressão. Em ambos os casos, deve-se ter o cuidado de não ultrapassar a pressão

máxima de carga do cilindro, informação que está gravada no próprio cilindro como já foi apresentado.

13.3.5 De acordo com as normas técnicas, a carga máxima do cilindro é estabelecida na pressão de 21º C. Relembrando as leis da física, sabe-se que ao se aumentar a pressão de um gás em um ambiente de volume fixo, tem-se o aumento da temperatura. Nesse sentido, ao recarregar o cilindro, deve-se ter o cuidado de buscar ter uma temperatura constante pela imersão em água do cilindro. Da mesma forma, se a temperatura da água estiver muito fria, o cilindro vai receber uma quantidade de ar maior do que a determinada e ter uma sobrecarga.

13.3.6 Exemplo: em um dia de frio, atingiu-se a temperatura de 15º C. N esse dia foi realizada a recarga dos cilindros de volume de 11l com a pressão de 200 bar. Os cilindros foram guardados por alguns dias. O tempo mudou e a temperatura ambiente chegou a 30º C. Sendo assim, avalia-se como estava a pressão nesse momento:

$$P1xV1 /T1 = P2xV2 /T2$$
$$200x11/15 = P2x11/30$$
$$400\ bar = P2$$

13.3.7 Nesse sentido, deve haver muito cuidado ao realizar a recarga dos cilindros imersos em água, especialmente se estiver muito frio. Além disso, ao realizar a recarga do cilindro imerso, é importante ter o cuidado de todas as válvulas e conexões estarem protegidas a fim de evitar a entrada de água nos sistemas em que deve haver somente ar.

13.3.8 A aspiração do compressor não deverá estar exposta a gases de combustão ou a qualquer outro contaminante. Deverá ser observada a direção do vento a fim de evitar a aspiração de gases tóxicos pelo compressor. É importante que seja instalado na saída do compressor um analisador de CO.

13.3.9 AO RECARREGAR UM CILINDRO, DEVEM SER TOMADOS OS SEGUINTES CUIDADOS EM RELAÇÃO AO COMPRESSOR:

a) nunca abrir uma válvula que está em alta pressão, até que se verifique que as demais estão corretamente posicionadas;
b) sempre abrir as válvulas vagarosamente;
c) nunca deixar uma válvula totalmente aberta. Após abri-la totalmente, girar no sentido oposto um quarto de volta;
d) nunca dar partida em um compressor sob carga. Verificar se a válvula de descarga está aberta antes de dar partida;
e) verificar se o ar a ser fornecido pelo compressor está com pressão maior que a do cilindro antes de abrir a válvula de interceptação. Isso evita que o cilindro pressione o ar dentro do compressor; e
f) o cilindro que é carregado rapidamente se aquece em demasia, isso pode provocar a necessidade de carregar novamente o cilindro quando esse for resfriado.

13.3.10 AO RECARREGAR UM CILINDRO, DEVEM-SE TOMAR OS SEGUINTES CUIDADOS, EM CASCATA:

a) ligar o rabicho ao cilindro;
b) fechar o dreno do rabicho;
c) abaixar a válvula de reserva (cilindros equipados com válvula reserva tipo “J”);
d) abrir a válvula de interceptação da ampola de alta pressão completamente;
e) abrir lentamente a válvula do piano, iniciando a carga. A pressão do cilindro não deverá exceder a pressão de carga.

13.3.11 Observação: a velocidade de carga do cilindro não deve ultrapassar a taxa de 27 bar/min (400 psi/min, 27 Kgf/cm 2 min).

13.4 O EMPREGO DO COMPRESSOR DE AR

13.4.1 O compressor de ar é um equipamento de engenharia responsável por injetar uma grande quantidade de ar do ambiente em um volume pequeno.

13.4.2 Os compressores de ar são compostos pelo sistema de admissão de ar, pelo motor que transforma energia em trabalho, pelos pistões e tubulações.

13.4.3 O sistema de admissão de ar coleta do ambiente o ar que será injetado no cilindro.

- Deve possuir um sistema de filtragem em perfeitas condições de funcionamento a fim de evitar que sejam inseridas partículas sólidas e outros contaminantes no ar que será respirado pelo mergulhador.

13.4.4 O motor é que transformará energia em trabalho. Há o motor a combustão que utiliza a queima de um combustível para gerar trabalho, e o motor elétrico que utiliza a energia elétrica.

- Uma vez que os motores a combustão produzem gases tóxicos indesejados para a respiração, os compressores desse tipo estão em desuso e é altamente recomendável que não sejam empregados pelo risco que oferecem.

13.4.5 Os pistões, impulsionados pelo motor, se movimentam dentro da câmara de compressão admitindo ar e o comprimindo pela diminuição do volume dentro do cilindro.

- O ar comprimido é injetado no reservatório que, por sua vez, não permite o retorno para a câmara de compressão pela ação de válvulas.

13.4.6 As tubulações são responsáveis por conectar os sistemas formando um percurso único para o ar, desde sua coleta até o interior do cilindro. Deve-se ter um cuidado especial para que não ocorram vazamentos nas tubulações, o que diminui a eficiência do compressor.

13.4.7 Existem diversos modelos de compressores de ar, o compressor de ar específico para mergulho tem características diferentes daquele utilizado para impulsionar ferramentas pneumáticas. O primeiro tem sistemas que permitem o cuidado com a

pureza do ar comprimido, uma vez que o ar será inalado por pessoas. Além disso, o sistema de lubrificação do compressor de ar para o mergulho tem particularidades que impedem a presença de óleo no ar comprimido.

- Por esses motivos, há de se ter muito cuidado para não utilizar um compressor de ar que não cumpra as especificações para o ar a ser respirado.
- Desse cuidado depende a vida do mergulhador.

13.4.8 Também se faz necessário seguir à risca o plano de manutenção do compressor de ar, seguir os prazos de troca de componentes e utilizar exatamente o material especificado pelo fabricante, especialmente filtros e lubrificantes. Essas informações estão especificadas nos manuais de cada compressor.

13.4.9 Tendo em vista as particularidades de cada fabricante, não é conveniente determinar neste Manual Técnico exatamente o que fazer com cada modelo de compressor.

- No entanto, fica estabelecida a necessidade do estudo com atenção por todos os mergulhadores de cada Organização Militar Específica de Mergulho (OMEM) dos manuais dos compressores disponíveis.

13.5 O TESTE HIDROSTÁTICO

13.5.1 Periodicamente, cada cilindro deve ser testado. Esse teste tem a finalidade de avaliar se o cilindro ainda tem a capacidade de admitir com segurança a pressão a que ele é submetido.

13.5.2 Por se tratar de um teste que segue normas específicas e requer que seja realizado por entidade certificada, as OMEM devem prever quando será necessário realizar o próximo teste dos seus cilindros e realizar os procedimentos legais para contratar uma empresa certificada e reconhecida pela qualidade do seu trabalho.

13.5.3 Além do teste propriamente dito, o trabalho deve contemplar a limpeza interna do cilindro a fim de remover a oxidação que por ventura tenha se formado no interior do cilindro.

13.5.4 O teste consiste na injeção de água em alta pressão dentro do cilindro. Esse procedimento causa uma pequena expansão no volume do cilindro que deve contrair novamente quando aliviada a pressão.

- Pela avaliação dessa variação de volume, é possível perceber se o cilindro ainda está em boas condições de emprego ou se o emprego dele oferece risco.

13.5.5 Os testes hidrostáticos, segundo a norma atual no Brasil, têm validade de 5 anos.

- O detentor da carga e os mergulhadores devem estar atentos a isso ao planejar a solicitação de recursos para a manutenção do material.

13.6 INSPEÇÃO DOS CILINDROS

13.6.1 INSPEÇÃO VISUAL

- A inspeção visual dos cilindros deve ocorrer anualmente para cilindros que são recarregados:
a) Até 5 vezes por semana.
b) Até 10 vezes por semanas, recomenda-se que realize a cada 4 meses.
c) Mais que 10 vezes por semana se recomenda uma inspeção mensal dos cilindros.

13.6.2 INDEPENDENTE DAS INSPEÇÕES PERIÓDICAS, OS CILINDROS DEVEM SER INSPECIONADOS SEMPRE QUE:

a) houver suspeita de contaminação;
b) forem expostos a temperaturas elevadas;
c) forem detectados sinais de mau funcionamento das válvulas;
d) ficar sem uso por mais de 6 meses;
e) houver dano no exterior do cilindro;
f) o selo de segurança for rompido;
g) houver barulho dentro do cilindro;
h) o ar apresentar cheiro ou gosto ruim; e
i) não houver histórico sobre o cilindro.

13.6.3 Para a inspeção dos cilindros, serão necessários uma lâmpada fria do tipo cilíndrica, espelho com haste (dentista), lente de aumento, lixa d'água e escova de aço.

13.6.4 Ao retirar o registro, devem-se examinar os fios da rosca do gargalo e procurar por fissuras, resíduos e danos aos fios. Um número aceitável de fios de roscas intactas para cilindros que operam a uma pressão de 3000 psi é 8 fios.

13.6.5 Em se tratando de cilindros de alumínio, pode ser necessária a remoção do óxido na região do gargalo causada pelo alto nível de eletrólise devido à diferença de material do registro e o alumínio do cilindro. Remover essas incrustações da rosca utilizando uma lixa d'água e internamente na rosca com o auxílio de uma escova de aço.

13.6.6 Observar o interior do cilindro procurando por umidade, óleo, pontos de oxidação, oxidação acentuada e odores.

13.6.7 Caso seja detectada grande quantidade de pontos de oxidação ou área de oxidação acentuada, é indicado que o cilindro seja encaminhado para uma inspeção por ultrassom.

13.6.8 Qualquer sinal de comprometimento do cilindro, é preciso submetê-lo a um teste hidrostático.

13.6.9 Antes de recolocar o registro ao final da inspeção, deve-se aplicar no gargalo do cilindro uma pasta antieletrólise.

13.6.10 Deve-se fazer um registro da inspeção, preferencialmente em uma ficha de cilindro e utilizar uma ficha para cada cilindro.

CAPÍTULO XIV

PLANO DE EXERCÍCIOS DE MERGULHO E PLANO DE PROVAS DE MERGULHO

14.1 PLANO DE EXERCÍCIOS DE MERGULHO (PEM)

14.1.1 O mergulhador autônomo é formado em curso específico para a atividade homologada pela autoridade competente que atesta a validade do curso. No Brasil a autoridade é a Marinha do Brasil.

14.1.2 Os cursos de mergulho são moldados para testar a capacidade psicológica e psicomotora do indivíduo e lhe apresentar conteúdos teóricos que permitam o exercício da atividade dentro de limites de segurança.

- Mesmo após a capacitação, o mergulhador qualificado, que ficou muito tempo afastado da atividade de mergulho, pode perder sua aquacidade e apresentar riscos para o exercício da atividade.

14.1.3 A fim de atestar a capacitação física e técnica dos mergulhadores que passam por um período prolongado afastados da atividade de mergulho, foi relacionada uma série de instruções e exercícios que, devidamente instruídos e acompanhados por outro mergulhador em atividade e seus auxiliares, deverão ser realizados readaptando o mergulhador às atividades de mergulho livre e autônomo.

14.1.4 É importante ressaltar que o supervisor da readaptação de mergulho deve ministrar aos instruendos as instruções teóricas a respeito de Física do Mergulho, Primeiros Socorros do Mergulho, Equipamentos de Mergulho e Tabela de Mergulho.

- Os exercícios do Plano de Exercícios de Mergulho (PEM) deverão ser realizados conforme descrito a seguir:

14.1.5 Todos os exercícios previstos na readaptação devem ser demonstrados por mergulhador habilitado e a execução pelos instruendos deve ser supervisionada, devendo ser seguida a ordem proposta nesse Manual Técnico.

- A prática deve ser realizada de preferência em ambiente controlado, preferencialmente em piscina, e a segurança da atividade é responsabilidade do supervisor do mergulho.

14.1.6 O supervisor do mergulho, por fim, atestará o cumprimento dos objetivos de todos os exercícios e a habilitação do instruendo para exercer a Atividade Especial de Mergulho (AEM).

14.1.7 EXERCÍCIO Nº 1 - EXERCÍCIOS FÍSICOS DE NATAÇÃO, APNEIA DINÂMICA, APNEIA ESTÁTICA E FLUTUAÇÃO.

14.1.7.1 Objetivo

- Atestar a capacidade física dos mergulhadores previstos para realizarem o PEM.

14.1.7.2 Condições de Execução

14.1.7.2.1 O mergulhador deverá se apresentar para a realização dos exercícios com o 15º Uniforme, podendo utilizar óculos de natação.

14.1.7.2.2 O mergulhador deverá executar a natação em estilo livre, numa distância de 100 metros, seguindo os seguintes requisitos:

a) deverá ser realizada, preferencialmente, em piscina de 50 m de comprimento, ocupando cada militar uma raia;
b) a saída poderá ser feita de fora da piscina (borda ou bloco de partida) ou de dentro da piscina, a critério do militar avaliado;
c) quando em piscina de 25 m de comprimento, não será permitido o contato com as bordas, por período de tempo superior a 3 segundos, por ocasião das viradas;
d) não há exigência de estilo, ***podendo ser nas modalidades peito, livre ou borboleta***;
e) o mergulhador deverá utilizar apenas os recursos inerentes ao seu próprio corpo, num período de acordo com as tabelas a seguir:

IDADE	TEMPO
18 a 30	02:20
31 a 40	02:30
41 a 49	02:40
>50	02:50

Tab 13.1 – Período de tempo

5.5.2 - Militares Fuzileiros Navais

a) Natação (100 m)

I) Masculino

Tabela com índices de acordo com idade e pontuação correspondente:

PONTOS / IDADE	50	60	70	80	90	100
18 a 30	03:20	03:00	02:40	02:20	02:00	01:40
31 a 40	03:30	03:10	02:50	02:30	02:10	01:50
41 a 49	03:40	03:20	03:00	02:40	02:20	02:00
>50	03:50	03:30	03:10	02:50	02:30	02:10

Tab 13.2 – Período de tempo

14.1.7.2.3 A apneia dinâmica deverá ser realizada numa distância de 25 metros, com corpo totalmente submerso, sem auxílio das bordas e sem impulsão.

14.1.7.2.4 A apneia estática deverá ser realizada em 3 séries: 2 x 30s e 60s. O mergulhador deverá realizar junto à borda da piscina, com o corpo totalmente submerso.

14.1.7.2.5 A flutuação deverá ser realizada por um período de 10 minutos, sem auxílio das bordas ou de qualquer material flutuante.

14.1.7.2.6 Os exercícios deverão ser realizados em qualquer ordem, respeitando-se um período mínimo de descanso entre eles de 10 minutos.

14.1.7.4 Padrão Mínimo e Recuperação

- O mergulhador deverá cumprir os índices de todos os exercícios, podendo repetir quantas vezes forem necessárias.

14.1.8 EXERCÍCIO Nº 1 - EXERCÍCIOS DE MONTAGEM DO EQUIPAMENTO DE MERGULHO AUTÔNOMO

14.1.8.1 Objetivos:

- Atestar a capacidade cognitiva e motora dos militares previstos para realizarem a readaptação.

14.1.8.2 Condições de Execução

14.1.7.2.1 O militar deverá se apresentar para a realização dos exercícios com o 15º uniforme.

14.1.8.2.2 O militar deverá executar a montagem correta do equipamento de mergulho (conjunto colete equilibrador, cilindro, conjunto regulador).

14.1.8.3 Padrão Mínimo e Recuperação: o militar deverá realizar a montagem correta do equipamento, podendo repetir conforme avaliação do supervisor até alcançar o objetivo.

14.1.9 EXERCÍCIO Nº 2 - EQUIPAR COM EQUIPAMENTO DE MERGULHO AUTÔNOMO E REALIZAR O *CHECK* EM DUPLA.

14.1.9.1 Objetivos:

- Realizar a equipagem individual com equipamento de mergulho autônomo fora da água e realizar a checagem em dupla para o futuro mergulho.

14.1.9.2 Condições de Execução

14.1.9.2.1 O mergulhador, fora da água, deverá equipar-se com equipamento de mergulho autônomo completo, realizar a inspeção em dupla, verificando a correta equipagem e, ao final, dar o “pronto” para o supervisor, para nova checagem.

14.1.9.3 Padrão Mínimo de Recuperação:

- O instruendo deve conseguir equipar-se perfeitamente sem auxílio de terceiros, realizar uma checagem correta em dupla e se apresentar em condições de ir para água ao supervisor do mergulho.
- O instruendo deve repetir o exercício até atingir os objetivos.

14.1.10 EXERCÍCIO Nº 3 - ENTRADA NA ÁGUA

14.1.10.1 Objetivo:

- Realizar a correta entrada na água, utilizando as técnicas do Passo do Gigante e do Rolamento de Costas ou Dorsal.

14.1.10.2 Condições de Execução

14.1.10.2.1 O exercício deverá ser realizado, preferencialmente, em uma piscina com profundidade de não menos que 1,70 m.

14.1.10.2.2 Para a técnica do Passo do Gigante:

- O mergulhador levará a mão direita na altura da face e irá segurar o regulador de 2º estágio principal, utilizando a parte inferior da palma da mão, e pressionando a máscara levemente com a ponta dos dedos contra o rosto.
- Mão esquerda segurando o cinto de lastro. Pernas paralelas na largura dos ombros.
- Olhando para o horizonte, o mergulhador irá dar um passo para frente, mantendo as posições citadas anteriormente até voltar à superfície.
- Após a volta à superfície, com o rosto para cima verificando o local de emersão e braço direito estendido e punho cerrado, realizar o sinal de ‘’Ok’’ na superfície e irá bradar *“**fora e forte**”* ao supervisor do mergulho.

14.1.10.2.3 Para a técnica do Rolamento de Costas ou Rolamento Dorsal:

- Método utilizado principalmente em plataformas instáveis, embarcações miúdas ou com o bordo baixo.
- Efetua-se a cambalhota de costa, a partir da posição de sentado na borda, caindo sobre as costas.
- Após a volta à superfície, com o rosto para cima verificando a segurança do local de emersão e o braço direito estendido e punho cerrado, realizar o sinal de ‘’Ok’’ na superfície e bradar *“**fora e forte**”* ao supervisor do mergulho.

14.1.10.3 Padrão Mínimo e Recuperação: o instruendo deve realizar a entrada na água pelas técnicas citadas. Deve repetir o exercício até atingir os objetivos.

14.1.11 EXERCÍCIO Nº 4 – CIRCUITO DE HABILIDADES

14.1.11.1 Objetivo:

- Desenvolver habilidades básicas necessárias para o mergulhador.

14.1.11.2 Condições de execução

14.1.11.3 O supervisor irá realizar uma imersão, junto com o(s) instruendo(s) se posicionar em flutuabilidade neutral no fundo da piscina. O instrutor irá conduzir um circuito de habilidades de mergulho com os militares que estão realizando o PEM.

- O circuito discorrerá com uma sequência de habilidades as quais o mergulhador deve

ter domínio, onde será demonstrado o exercício a ser realizado pelo instrutor e o mesmo irá indicar para que o militar também execute na sequência. A gama de exercícios se divide em:

14.1.11.3.1 Alagar e desalagar a máscara de mergulho:

- Retirar a máscara, atentando a continuar a realizar a respiração normalmente, recolocar a máscara e executar total desalagamento.

14.1.11.3.2 Perda do regulador de 2º estágio principal (Método 1):

- Ao perder o regulador de 2º estágio principal, o mergulhador manterá a calma e realizará o saque do regulador de 2º estágio reserva, continuando a manter o ciclo respiratório.
- Após estabilizar a respiração, o mergulhador irá recuperar o regulador principal por cima do ombro direito e realizar a nova troca do regulador reserva para o principal.

14.1.11.3.3 Perda do regulador de 2º estágio principal (Método 2):

- Ao perder o regulador de 2º estágio principal, o mergulhador manterá a calma e realizará o saque do regulador de 2º estágio reserva, continuando a manter o ciclo respiratório.
- Após estabilizar a respiração, o mergulhador irá recuperar o regulador principal inclinando o corpo para o seu lado direito e executando uma varredura circular com o braço direito, partindo do cilindro até imediatamente à frente do mergulhador, região toráxica.
- Após a realização da varredura, com a mão esquerda, o mergulhador irá tatear toda extensão do braço direito até encontrar a mangueira do regulador de 2º estágio principal, realizando a posterior troca de reguladores, do reserva para o principal novamente.

14.1.11.3.4 Retirada ou ajuste do cinto de lastro:

- O mergulhador irá retirar o cinto de lastro, colocando-o sobre a perna direita, e irá recolocá-lo. Este exercício simula a perda por desprendimento do cinto de lastro e ajustes que venham a ser necessários no mergulho.

14.1.11.3.5 Retirada e ajustes de nadadeiras:

- O mergulhador irá retirar e recolocar a nadadeira, simulando um desprendimento do equipamento e/ou ajuste necessário no decorrer de uma atividade de mergulho.

14.1.11.3.6 Realizar a desequipagem e a equipagem do Equipamento de Mergulho Autônomo **(*fazendo referência ao conjunto completo)***:

- O mergulhador irá realizar a troca do regulador de 2º estágio principal para o reserva (devido ao tamanho da mangueira ser maior). Na sequência irá folgar todos os tirantes e realizar a desequipagem do colete equilibrador.
- Após a desequipagem, irá soltar os tirantes do CE que prender o cilindro e realizar uma nova ajustagem, simulando uma possível soltura do cilindro durante uma atividade de mergulho.

- Ainda no cilindro, após a nova regulagem feita, o mergulhador irá pegar o console de mergulho e olhando para o manômetro, irá fechar todo o cilindro enquanto respira, verificando a pressão de trabalho caindo e desenvolvendo a sensibilidade conforme o suprimento de ar do sistema for acabando e ficando pesado.
- Assim que zerar o manômetro, o mergulhador irá sinalizar que está sem ar e após esta ação irá abrir novamente o cilindro e voltar a respirar normalmente.
- Após a sequência de ações executada, o mergulhador irá realizar a equipagem do colete equilibrador e, por fim, realizar a troca do regulador de 2º estágio reserva para o principal.

14.1.11.3.7 Compartilhamento de ar:

- O mergulhador deverá executar o procedimento de compartilhamento de ar com seu dupla, simulando uma possível pane na demanda de ar do mergulhador.
- O exercício se divide em dois tipos de compartilhamento de ar. O 1º tipo é quando mergulhador percebe que sua dupla ficou sem ar e oferece seu regulador de 2º estágio reserva. Assim, a dupla realiza uma subida controlada onde cada mergulhador respira por um regulador.
- O 2º tipo é quando não for possível o mergulhador sem pane oferecer seu regulador de 2º estágio reserva, devido ao nível de suprimento de ar.
- Sendo assim, executaram o compartilhamento com apenas um regulador, pela técnica do “cachimbo”, onde o mergulhador que detém o suprimento de ar controla os ciclos de respiração e o revezamento do regulador.
- É importante ressaltar que a partir do momento que houve a pane no mergulho e os mergulhadores têm que executar esses procedimentos de compartilhamento de ar, a atividade não continuará e a dupla de mergulhador executa uma subida controlada até a embarcação ou ponto de apoio.

14.1.11.4 Padrão mínimo e recuperação:

- O instruendo deverá realizar todos os procedimentos do circuito de habilidades. Repetir até atingir o objetivo.

14.1.12 EXERCÍCIO Nº 5 – FLUTUABILIDADE

14.1.12.1 Objetivo:

- Realizar exercícios de controle de flutuabilidade com a técnica do pivô de nadadeiras e a técnica da levitação.

14.1.12.2 Condições de Execução

14.1.12.2.1 O instrutor, junto ao(s) mergulhador(es) executante(s) do PEM, deverão imergir a uma profundidade aproximada de 2m. O instrutor irá demonstrar a técnica e execução do pivô de nadadeiras e da levitação, de forma que o mergulhador tenha controle de sua flutuabilidade apenas com o ciclo de respiração, atingindo, assim, sua flutuabilidade neutra. Após a demonstração do instrutor, o(s) instruendo(s) irão realizar até alcançar sua flutuabilidade neutra.

14.1.12.3 Padrão Mínimo e Recuperação:

- O instruendo deverá realizar a técnica ensinada até atingir o objetivo.

14.1.13 EXERCÍCIO N°6 – EXERCÍCIOS BÁSICOS DE MERGULHO

14.1.13.1 Objetivos:

- Realizar um mergulho básico, num eixo de deslocamento de 200 metros, empregando as habilidades desenvolvidas nos exercícios anteriores.

14.1.13.2 Condições de Execução

14.1.13.2.1 Os instruendos deverão executar em solo os sinais e os gestos convencionados mais importantes para o mergulho, dentro eles:

- **“descer”,**
- **“subir”,**
- **“direção”,**
- **“ok”,**
- **“algo errado”,**
- **“acabou o ar”,**
- **“não consigo compensar”,**
- **“venha aqui”,**
- **“espere”,**
- **“manter a profundidade”,**
- **“perigo”,**
- **“compartilhar ar”,**
- **“em dupla”, entre outros julgados importantes.**

14.1.13.2.2 Os instruendos irão realizar a equipagem, a checagem do equipamento em dupla e com o supervisor, entrada na água e novo *check* de superfície.

- Após os procedimentos iniciais realizados, irão realizar uma descida controlada e iniciar um deslocamento de 200m, ao qual terão que controlar a flutuabilidade, conforme parâmetros pré-estabelecidos pelo supervisor do mergulho.
- Ao terminar o percurso de 200m, irão ajoelhar no fundo e realizar o compartilhamento de ar, realizando uma subida controlada, olhando para cima, com o braço elevado.
- Ao chegarem à superfície, deverão dar o sinal de “ok” ao supervisor e bradar ***“fora e forte”.*** Finalizando os exercícios do PEM.

14.1.13.3 Observação:

- Todas as atividades do PEM serão acompanhadas pelo instrutor e mergulhadores de segurança.

14.2 PLANO DE PROVAS DE MERGULHO (PPM)

14.2.1 A Organização Militar Específica de Mergulho (OMEM), durante o planejamento e a execução do seu Plano de Provas de Mergulho (PPM), deverá buscar cumprir, ao máximo, as provas previstas nesse Manual Técnico, considerando a possibilidade de realizá-las em regiões próximas à sede e em conjunto com outras OMEM.

- São consideradas de execução gradativa e obrigatória a sequência de atividades previstas para os respectivos Planos de Prova de Mergulho.

14.2.2 O supervisor poderá delegar a avaliação das provas a outros mergulhadores, porém deverá estar presente no local das provas e deverá realizar um *briefing* com os avaliadores sobre os critérios de avaliação.

14.2.3 A equipe para a execução das provas deverá ser de, no mínimo, seis militares mergulhadores, sendo uma dupla de mergulhadores executantes, dois mergulhadores de segurança, um supervisor de um auxiliar de superfície. As duplas se alternarão na execução das provas.

- Excepcionalmente, autorizado pelo escalão enquadrante, o plano de provas poderá ser cumprido por dois mergulhadores apenas, sendo o mais antigo, o militar supervisor.
- Deve ser prevista uma equipe de segurança e uma equipe de saúde para a execução do exercício.
- Além disso, deverá haver a presença de um oficial na função de Oficial de Prevenção de Acidentes na Instrução (OPAI), preferencialmente mergulhador habilitado.

14.2.4 A critério do supervisor, poderá ser planejado o cumprimento de mais de uma prova em um mesmo mergulho. A avaliação dos exercícios será em dupla, exceto quando o exercício for descrito como individual.

14.2.5 É importante ressaltar que o supervisor, antes de iniciar o plano de provas, deve revisar com os mergulhadores as teorias a respeito de Física do Mergulho, Primeiros Socorros do Mergulho, Equipamentos de Mergulho e Tabela de Mergulho.

14.2.6 1º PLANO DE PROVAS DO ANO (1º Quadrimestre)

14.2.6.1 Prova nº1 - Prova de Navegação

14.2.6.1.1 Objetivo:

- Acompanhar o planejamento e a emissão de ordens e executar um mergulho orientado por bússola, empregando a técnica do azimute - distância e meio naturais. O mergulho deverá ser executado preferencialmente em ambiente não controlado (ANC)

14.2.6.1.2 Condições de Execução

a) Os mergulhadores que irão executar o PPM irão acompanhar o recebimento da missão de mergulho do supervisor e observará como planejar o mergulho e emitir um *briefing*.

- Os mergulhadores participantes do PPM irão participar de todo o *briefing*.

- No *briefing* de mergulho, o supervisor do mergulho irá emitir as informações necessárias para todas as atividades previstas no 1º Plano de Provas de Mergulho (PPM) do ano corrente.

b) Os mergulhadores, após o *briefing*, irão executar a montagem do equipamento, realizar a verificação, *check*, individual e em dupla, e dar o pronto para o supervisor do mergulho para nova checagem.
c) Após a verificação da equipagem dos mergulhadores pelo supervisor, as duplas de mergulhadores irão realizar a entrada na água. Após a entrada na água, realizarão o *check* de superfície de todo equipamento antes da imersão.
d) Os mergulhadores executarão um mergulho orientado por bússola e/ou meios naturais do local, respeitando as ordens emanadas no *briefing* de mergulho.

14.2.6.1.3 Padrão Mínimo e Recuperação:

- O mergulhador deverá executar uma correta orientação durante o mergulho e respeitar todas as ordens emitidas no *briefing*, a respeito de tempo de fundo, profundidade máxima, entre outras.
- O mergulhador não deve atentar contra a segurança desrespeitando qualquer ordem emitida pelo supervisor.
- Caso o mergulhador apresente dificuldades e não atinja os objetivos, poderá repetir a prova para alcançá-los.

14.2.6.2 Prova nº 2 - Prova de Primeiros Socorros Durante o Mergulho

14.2.6.2.1 Objetivo:

- Realizar os primeiros socorros à dupla em caso de acidente no mergulho.

14.2.6.2.2 Condições de Execução

a) Os mergulhadores, após o *briefing*, irão executar a montagem do equipamento, realizar a verificação, *check*, individual e em dupla, e dar o pronto para o supervisor do mergulho para nova checagem.
b) Após a verificação da equipagem dos mergulhadores pelo supervisor, as duplas de mergulhadores irão realizar a entrada na água. Após a entrada na água, realizarão o *check* de superfície de todo equipamento antes da imersão.
c) Os mergulhadores, junto com o instrutor da atividade, executarão uma descida controlada onde o instrutor irá apontar para o um dos mergulhadores da dupla simular um apagamento, ferimento ou mergulhador em pânico com posterior apagamento. O outro mergulhador terá que realizar corretamente os procedimentos de primeiros socorros no mergulho completo, que consiste desde a aproximação até a subida controlada e o procedimento na superfície até a embarcação de resgate ou ponto de apoio. Ocorrerá o revezamento da dupla na atividade.

14.2.6.2.3 Padrão Mínimo e Recuperação:

- O mergulhador deverá executar uma correta ação dos procedimentos de primeiros socorros.
- Caso o mergulhado não atinja os objetivos, será realizado uma revisão fora da água e realizará novamente a prova até alcançar o objetivo proposto.

14.2.6.2 Prova nº 3 - Prova de Busca Subaquática

14.2.6.2.1 Objetivo

- Realizar uma busca subaquática, em dupla, de um alvo submerso, utilizando um dos processos de varredura.

14.2.6.2.2 Condições de Execução

a) O local de execução da prova deverá ser em rio com correnteza fraca (menor que 0,5 m/s) ou em lago.
b) A dupla deverá receber do supervisor de mergulho, as orientações com relação ao objeto, ao local provável do objeto, a correnteza, a natureza do fundo e outros aspectos julgados importantes.
c) Os mergulhadores escolheram os métodos de busca mais apropriados, entre eles: leque crescente, busca circular, técnica em linha e retilínea, entre outros.
d) Após isso, os mergulhadores deverão equipar-se, entrar na água, submergir e iniciar a busca.
e) Após a localização do objeto, deverão apanhá-lo ou marcar sua posição para posterior reflutuação.

14.2.6.2.3 Padrão Mínimo e Recuperação

- A dupla de mergulhadores terá o tempo máximo de uma hora para o cumprimento da prova.
- Caso a dupla de mergulhadores não atinja os objetivos, o supervisor deve orientar a execução das técnicas de busca e a dupla deverá repetir a prova até alcançar os objetivos.

14.2.6.3 Prova nº 4 – Prova de Manutenção de Material de Mergulho em 1º Escalão e de Recarga de Cilindro de Ar

14.2.6.3.1 Objetivos

a) Realizar a manutenção do material de mergulho após a atividade; e
b) Realizar a recarga dos cilindros de ar.

14.2.6.3.2 Condições de Execução

a) A prova é individual.
b) O mergulhador deverá desmontar o equipamento e fazer a sua manutenção.
c) Equipamento de Mergulho Livre:
   - Deve-se lavar com água doce e deixá-las secando à sombra.
d) Roupa e acessórios de neoprene:
   - Deverão ser lavados apenas com água doce corrente.
   - A roupa poderá ser posta de molho na água, desde que esteja sem qualquer produto químico, por no máximo 24 horas, para eliminar o máximo possível de sal.
   - A roupa de neoprene deverá secar à sombra.
   - É importante colocar a roupa para secar em cabides, fazendo com que seque primeiro o lado interno e depois a parte externa.

- Após a secagem, o zíper deve ser lubrificado com *spray* de silicone.
- Jamais a roupa deverá ser dobrada para armazenamento, para que não se formem vincos ou rugas no neoprene. As roupas só poderão ser guardadas quando estiverem completamente secas.

e) Colete Equilibrador:
- Após o mergulho, o colete deverá ser enchido aproximadamente com 20% de água doce, pela saída de ar da traqueia, acionando o botão de desinflar do power do colete equilibrador e injetando a água.
- Após a colocação da água, o mergulhador deverá inflá-lo com a boca e sacudir o colete para que a água doce limpa se misture com a água salgada.
- Em seguida, deverá ser retirada a água, direcionando-a para que saia pela válvula de exaustão do power.
- Por fim, todo o colete deverá ser enxaguado com água doce.
- Nunca deverá ser utilizado produto químico na lavagem do colete. Seus componentes de borracha deverão ser lubrificados com spray de silicone.
- O colete equilibrador deverá secar à sombra e ser armazenado em cabides específicos para material de mergulho. Serão armazenados semi-inflados.

f) Válvulas reguladoras e console:
- Após o uso, a válvula reguladora de 1º estágio deverá ser vedada com a capuchama, também conhecida como “chapéu de bruxa”, a fim de evitar infiltração de água no 1º estágio.
- Deverá ser lavada com água doce e seca com o ar restante do cilindro.
- Para secar com o ar do cilindro, o mergulhador deverá encostar a válvula reguladora de 1º estágio à distância de, aproximadamente, 10 centímetros da saída de ar do cilindro e abri-lo suavemente, com o intuito de evitar que o ar saia com força em demasia e danifique o 1º estágio.
- Durante a lavagem do 2º estágio, não deverá ser pressionado o botão de purga para evitar a infiltração de água na válvula de demanda de ar.
- As válvulas reguladoras deverão secar à sombra antes de serem guardadas e deverão ser armazenadas em um local protegido de temperaturas elevadas.

g) O *ring* da válvula reguladora de 1º estágio:
- Necessita de lubrificação após o mergulho. Esta lubrificação é feita com *spray* de silicone.

h) Lanternas de mergulho:
- Deverão ser verificados os anéis de borracha de vedação da lanterna e eles devem ser lubrificados com spray de silicone.
- Deverão ser evitadas quedas do material.
- Após a utilização, deverá ser lavada com água doce e deverá secar à sombra.
- A lanterna deverá ser armazenada sem pilhas.

i) Cilindro de ar comprimido:
- Deve ser lavado com água doce externamente, seco e guardado à sombra.
- A torneira do cilindro deverá ser manuseada suavemente para evitar danos ao material.
- Os cilindros não devem ser guardados vazios, pois isso facilitaria a entrada de umidade no recipiente metálico.
- Se o cilindro for guardado por um período maior que 6 meses, deverá ser recarregado novamente, pois o ar pode ter um gosto metálico.
- Aconselha-se a escrever numa etiqueta afixada no corpo do cilindro a data da recarga.

14.2.6.3.2.10 Recarga de cilindro de ar:

- O mergulhador deverá recarregar os cilindros utilizados no mergulho com o compressor de ar adequado antes de estocá-los.
- É importante lembrar que na recarga o cilindro deve estar dentro de água e que se deve acionar a válvula de escape de água do compressor para evitar a sua entrada no cilindro.
- Além disso, deve-se evitar locais com a presença de fumaças ou outros contaminantes e atentar para o manômetro do compressor para não ultrapassar a pressão nominal de carga do cilindro.

14.2.6.3.3 Padrão Mínimo e Recuperação

- O mergulhador deverá executar todos os procedimentos sob controle do supervisor. Caso o mergulhador deixe de realizar algum procedimento, deverá ser orientado e realizará o procedimento.

14.2.7 2º PLANO DE PROVAS DO ANO (2º Quadrimestre)

14.2.7.1 Prova nº1: Prova de Busca de Pessoal e/ou Material

14.2.7.1.1. Objetivo:

- Acompanhar uma emissão de ordens de uma operação de busca e reflutuação de pessoal e/ou material e realizar uma operação de busca de pessoal e/ou material propriamente dita.

14.2.7.1.2 Condições de Execução

a) Os mergulhadores, após o *briefing*, irão realizar o pedido de material necessário para a missão de busca de pessoal e/ou material.
b) Os mergulhadores irão realizar o ensaio a seco do tipo de busca a ser realizada.
c) Os mergulhadores, após o *briefing*, pedido de material e ensaio, irão executar a montagem do equipamento, realizar a verificação, *check*, individual e em dupla, e dar o pronto para o supervisor do mergulho para nova checagem.
d) Após a verificação da equipagem dos mergulhadores pelo supervisor, as duplas de mergulhadores irão realizar a entrada na água. Após a entrada na água, realizarão o *check* de superfície de todo equipamento antes da imersão e início da operação de busca.
e) Os mergulhadores deverão executar a busca, utilizando o tipo de busca informado no *briefing* (circular, perpendicular, orientada), até encontrar o pessoal e/ou material a ser reflutuado.
f) Após encontrar o material a ser reflutuado, os mergulhadores deverão demarcar o material com uma decomark, deixando-o em condições para ser reflutuado.

14.2.7.1.3 Padrão Mínimo e Recuperação:

- Os mergulhadores deverão solicitar corretamente o material a ser empregado na operação de busca, realizar o ensaio e executar a técnica correta do procedimento de busca de pessoal e/ou material. Caso não atinja os objetivos, deverá repetir a prova até alcançá-los.

14.2.7.2 Prova nº2: Prova de Reflutuação de Pessoal e/ou Material

14.2.7.2.1 Objetivos:

- Acompanhar a emissão de ordens de operação de busca e reflutuação de pessoal e/ou material e realizar operação de reflutuação de pessoal e/ou material propriamente dita.

14.2.7.2.2 Condições de Execução

a) Os mergulhadores, após o *briefing*, irão realizar o pedido de material necessário para a missão de reflutuação de pessoal e/ou material.
b) Os mergulhadores irão realizar o ensaio, a seco, do tipo de reflutuação a ser realizada.
c) Os mergulhadores, após o *briefing*, pedido de material e ensaio, irão executar a montagem do equipamento, realizar a verificação, *check*, individual e em dupla, e dar o pronto para o supervisor do mergulho para nova checagem.
d) Após a verificação da equipagem dos mergulhadores pelo supervisor, as duplas de mergulhadores irão realizar a entrada na água. Após a entrada na água, realizarão o *check* de superfície de todo equipamento antes da imersão e início da operação de reflutuação.
e) Os mergulhadores deverão executar o tipo de reflutuação previsto no *briefing* e ensaiada, atentando-se aos procedimentos de segurança durante a atividade de não ficar sob o material, não realizar uma subida descontrolada e executar a ancoragem de maneira correta.

14.2.7.2.3 Padrão Mínimo e Recuperação:

- Os mergulhadores deverão solicitar corretamente o material a ser empregado na operação de reflutuação, realizar o ensaio e executar a técnica correta do procedimento de reflutuação de pessoal e/ou material.
- Caso não atinja os objetivos, deverá repetir a prova até alcançá-los.

14.2.7.3 Prova nº 4 – Prova de Manutenção de Material de Mergulho em 1º Escalão e de Cilindro de Ar

14.2.7.3.1 Objetivos

a) Realizar a manutenção do material de mergulho após a atividade; e
b) Realizar a recarga dos cilindros de ar.

14.2.7.3.2 Condições de Execução

a) A prova é individual.
b) O mergulhador deverá desmontar o equipamento e fazer a sua manutenção.
c) Equipamento de Mergulho Livre: deve-se lavar com água doce e deixá-las secando à sombra.

14.2.7.3.4 Roupa e acessórios de neoprene:

- Deverão ser lavados apenas com água doce corrente. A roupa poderá ser posta de molho na água, desde que esteja sem qualquer produto químico, por no máximo 24

horas, para eliminar o máximo possível de sal.
- A roupa de neoprene deverá secar à sombra. É importante colocar a roupa para secar em cabides, fazendo com que seque primeiro o lado interno e depois a parte externa.
- Após a secagem, o zíper deve ser lubrificado com *spray* de silicone.
- Jamais a roupa deverá ser dobrada para armazenamento, para que não se formem vincos ou rugas no neoprene.
- As roupas só poderão ser guardadas quando estiverem completamente secas.

14.2.7.3.5 Colete Equilibrador:

- Após o mergulho, o colete deverá ser enchido aproximadamente com 20% de água doce, pela saída de ar da traqueia, acionando o botão de desinflar do *power* do colete equilibrador e injetando a água.
- Após a colocação da água, o mergulhador deverá inflá-lo com a boca e sacudir o colete para que a água doce limpa se misture com a água salgada.
- Em seguida, deverá ser retirada a água direcionando-a para que saia pela válvula de exaustão do *power*.
- Por fim, todo o colete deverá ser enxaguado com água doce.
- Nunca deverá ser utilizado produto químico na lavagem do colete. Seus componentes de borracha deverão ser lubrificados com *spray* de silicone.
- O colete equilibrador deverá secar à sombra e ser armazenado em cabides específicos para material de mergulho. Serão armazenados semi-inflados.

14.2.7.3.6 Válvulas reguladoras e console:

- Após o uso, a válvula reguladora de 1º estágio deverá ser vedada com a capuchama, também conhecida como “chapéu de bruxa”, a fim de evitar infiltração de água no 1º estágio.
- Deverá ser lavada com água doce e seca com o ar restante do cilindro.
- Para secar com o ar do cilindro, o mergulhador deverá encostar a válvula reguladora de 1º estágio à distância de, aproximadamente, 10 centímetros da saída de ar do cilindro e abri-lo suavemente, com o intuito de evitar que o ar saia com força em demasia e danifique o 1º estágio.
- Durante a lavagem do 2º estágio, não deverá ser pressionado o botão de purga para evitar a infiltração de água na válvula de demanda de ar.
- As válvulas reguladoras deverão secar à sombra antes de serem guardadas e deverão ser armazenadas em um local protegido de temperaturas elevadas.

14.2.7.3.7 O *Ring* da válvula reguladora de 1º estágio:

- Necessita de lubrificação após o mergulho.
- Esta lubrificação é feita com *spray* de silicone.

14.2.7.3.8 Lanternas de mergulho:

- Deverão ser verificados os anéis de borracha de vedação da lanterna e eles devem ser lubrificados com *spray* de silicone.
- Deverão ser evitadas quedas do material.
- Após a utilização, deverá ser lavada com água doce e deverá secar à sombra.
- A lanterna deverá ser armazenada sem pilhas.

14.2.7.3.9 Cilindro de ar comprimido:

- Deve ser lavado com água doce externamente, seco e guardado à sombra.
- A torneira do cilindro deverá ser manuseada suavemente para evitar danos ao material.
- Os cilindros não devem ser guardados vazios, pois isso facilitaria a entrada de umidade no recipiente metálico.
- Se o cilindro for guardado por um período maior que 6 meses, deverá ser recarregado novamente, pois o ar pode ter um gosto metálico.
- Aconselha-se a escrever numa etiqueta afixada no corpo do cilindro a data da recarga.

14.2.7.3.10 Recarga de cilindro de ar:

- O mergulhador deverá recarregar os cilindros utilizados no mergulho com o compressor de ar adequado, antes de estocá-los.
- É importante lembrar que na recarga o cilindro deve estar dentro de água e que se deve acionar a válvula de escape de água do compressor para evitar a sua entrada no cilindro.
- Além disso, deve-se evitar locais com a presença de fumaças ou outros contaminantes e atentar para o manômetro do compressor para não ultrapassar a pressão nominal de carga do cilindro.

14.2.7.3.3 Padrão Mínimo e Recuperação

- O mergulhador deverá executar todos os procedimentos sob controle do supervisor. Caso o mergulhador deixe de realizar algum procedimento, deverá ser orientado e realizará o procedimento.

14.2.7.3 3º Plano de Provas do Ano (3º Quadrimestre)

14.2.7.3.1 PROVA ÚNICA

14.2.7.3.1 Objetivo:
- Realizar uma operação completa de resgate de pessoal e/ou material, colocando em prática todos as atividades realizadas no ano corrente.

14.2.7.3.2 Condição de execução

a) Os mergulhadores receberão a missão e terão que realizar o planejamento adequado, emitir o *briefing* de mergulho, designar funções relativas as funções de cada mergulhador na operação, realizar o pedido correto de material para a busca e a reflutuação de pessoal e/ou material, realizar o ensaio da operação, empregar as técnicas de busca até encontrar pessoal e/ou material perdido, planejar mergulhos sucessivos (sfc), realizar a correta reflutuação.
b) A manutenção do material de mergulho deve ser realizada em todos os mergulhos dos planos de prova de mergulho (PPM).

14.2.8 Os Planos de Prova de Mergulho (PPM) deste Manual Técnico são de caráter obrigatório e devem ser realizados nas respectivas Organizações Militares Especiais de Mergulho (OMEM). Fica autorizado as OMEM aplicarem provas complementares em cada PPM de forma atender necessidades específicas de emprego dos mergulhadores.
14.2.9 As provas complementares não são de caráter obrigatório e visam incrementar as

habilidades necessárias para a realização das AEM.

14.2.10 As provas complementares podem contemplar testes e capacitações com novos equipamentos de mergulho, acessórios e ferramentas, cursos militares e civis (desde que regulados por documentação e/ou autorizados pelo comando), emprego de equipamentos específicos como Equipamento de Mergulho Autônomo Dependente, aplicação de técnicas, táticas e procedimentos para acionamento de cargas subaquáticas, apoio a operações militares e atividades em apoio às instruções militares em ambiente aquático como transposição de cursos d'água entre outras.

ANEXO

MEMENTO DE OPERAÇÃO DE MERGULHO

A.1 RESERVATÓRIO DE AR

A.1.1 INSCRIÇÕES

Aqua-Lung 10 84- CTC/DOT 3 Al - 3000- S 80 - P- 142213 USD

- 10 84: último teste hidrostático
- CTC/DOT: Certificado pelo departamento de transportes
- 3 AL: 3 = nível dureza do metal.
- Al= material (metal)
- 3000: pressão nominal (carga máxima permitida pelo fabricante)
- S 80: SISE 80 ft (pés) ³/ volume (pressão nominal de trabalho)
- P-142213: número de identificação individual.
- Nota: 1 ft (pés)³/= 28,3162 l
- 80 ft (pés)³/ = 2.265,3 l

A.1.1 GARRAFA DE AR COMPRIMIDO

- Volume: 18 l
- Capacidade: 3960 1 / 140 ft (pés)³/
- Peso. 23.5 Kg /52 Lb
- Material: Alumínio
- Pressão de uso: 220 bar/ 3.150 PSI

A.2 DADOS PRATICOS / CONVERSÖES

- 1 m³ 1000l
- 1000 mb = 1 bar
- 1 ft³ = 28,32 l
- 1 Ton = 2240 Lb
- 1 ATM= 14,7 PSI
- Densidade água Salgada - 1,03 Ton/M³ ou 64,38 Lb Ft³
- Consumo de ar por MG: 35 l/min =1,25 ft³/min
- Volume de Ar dos Pulmões = 6 (seis) litros
- Volume residual de Ar dos Pulmões =1,5 (um e meio) litros

A.3 SEQUÊNCIA DA OPERAÇÃO DE BUSCA

a) Estabelecimento do Datum;
b) Estabelecimento da extensão da área de busca;
c) Seleção do método de busca; e
d) Busca propriamente dita.

A.4 COMPOSICÃO DOS MEIOS DE EQUIPE DE BUSCA

A equipe será estruturada com um efetivo mínimo de:

- 1 Bote com a equipe de busca;
- 1 Piloto Bote com Auxiliar;
- 2 Mergulhadores para Busca;
- 2 Mergulhadores de segurança (Sardinha);
- 2 Mergulhadores p/ reflutuação;
- 1 Supervisor; e
- 1 Bote com equipe de médica.

A.5 RECEBIMENTO DA MISSÃO

a) Dados a esclarecer:
   1) Alvo;
   2) Local;
   3) Incidente;
   4) Tempo; e
   5) Meios.
b) Alvo:
   1) Formato
   2) Cor;
   3) Tipo; e
   4) Particularidades.

A.6 PLANEJAMENTO DA MISSÃO

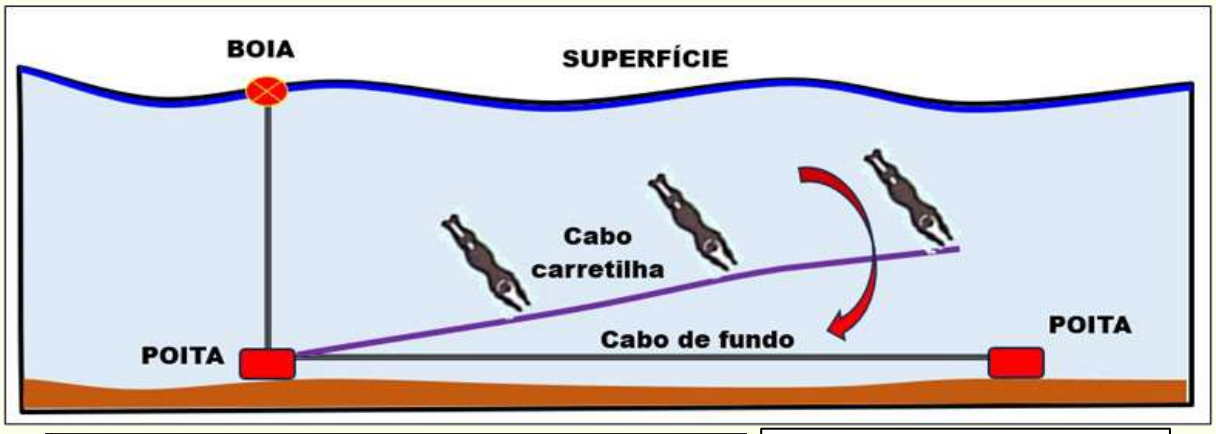
a) Local: ...
b) Posição:
   1) Balizada?
   2) Referências?
c) Datum
d) Visibilidade
e) Tipo de fundo
f) Existência de correntada
g) Direção geral da correntada (tábua das marés)
h) Incidente:
   1) * Como aconteceu o fato?
   2) * Quem estava envolvido?
   3) * Que horas aconteceu o fato?
i) Quais os meios que tenho para cumprir a missão?

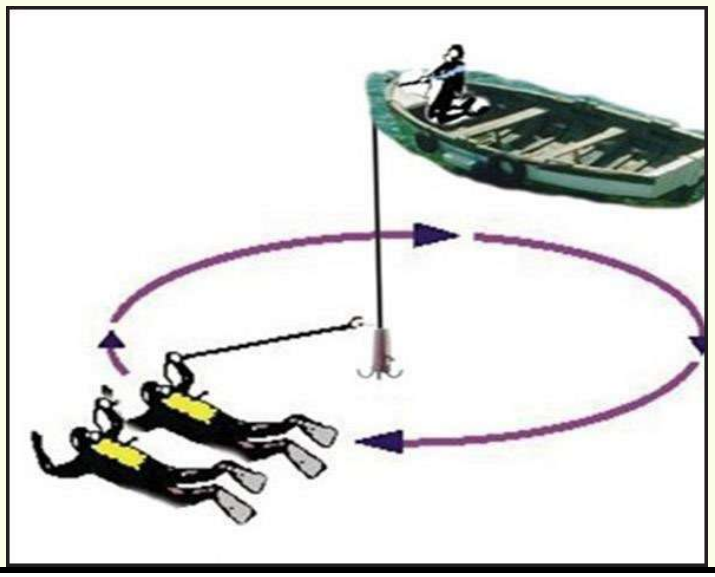
A.7 BUSCA

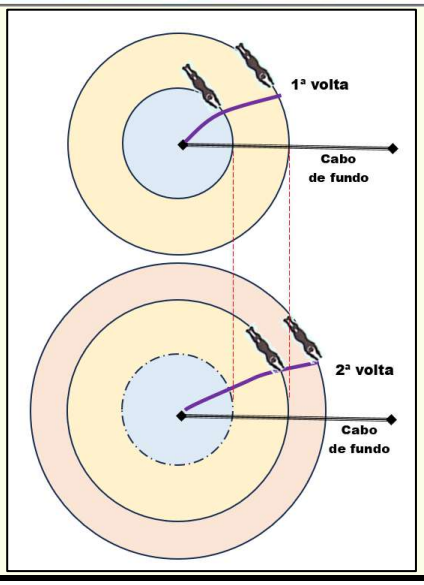
– Fatores Condicionantes
a) Dimensão do Alvo;
b) Mobilidade do Alvo;
c) Correntada;
d) Visibilidade na água;
e) Extensão da área de busca;
f) Profundidade do local;
g) Natureza do fundo; e
h) Demarcação de Alvos.

A.8 PRINCIPAIS MÉTODOS DE BUSCA

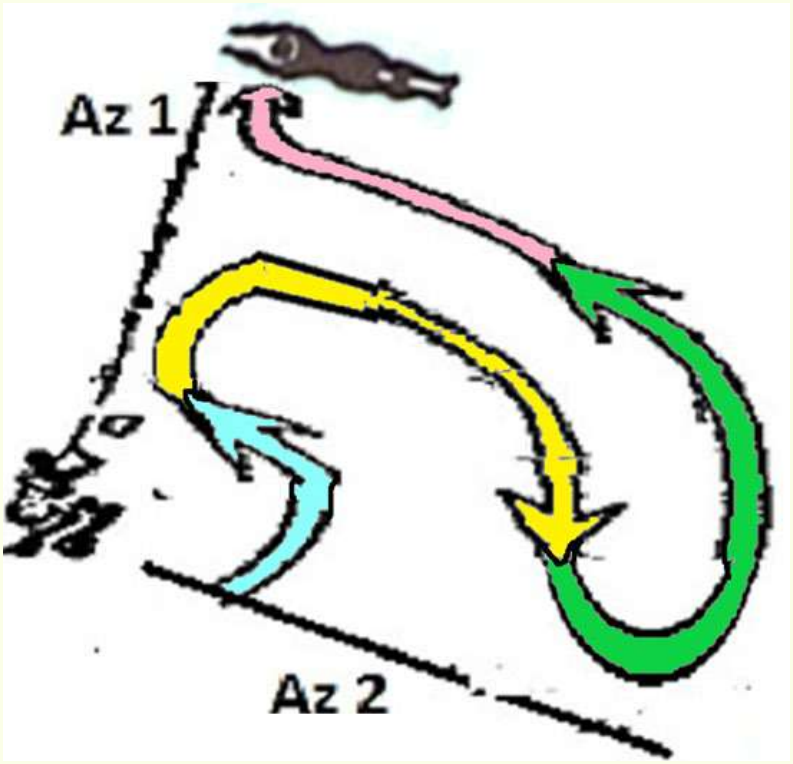
A.8.1 BUSCA CIRCULAR COM LINHA DE DISTÂNCIA



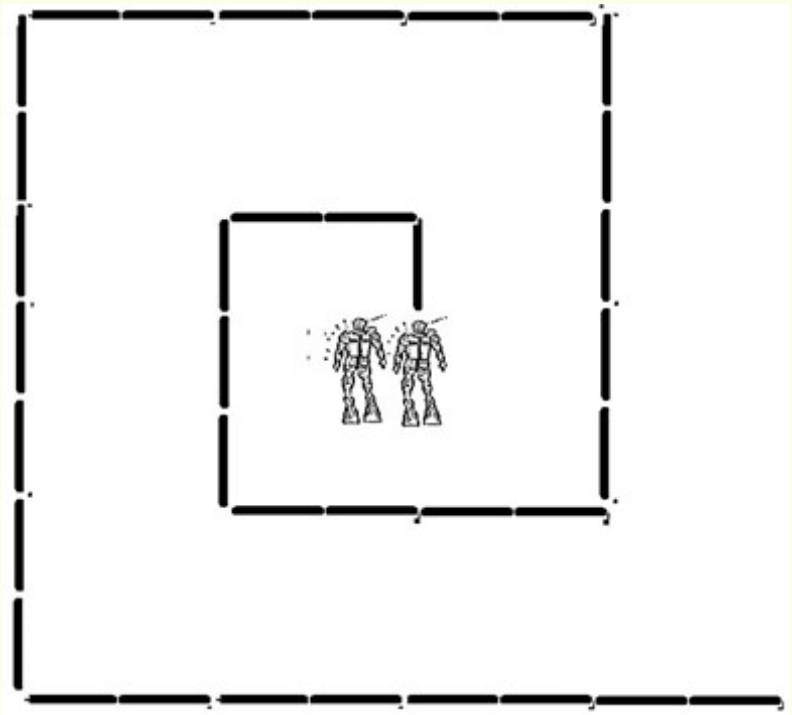




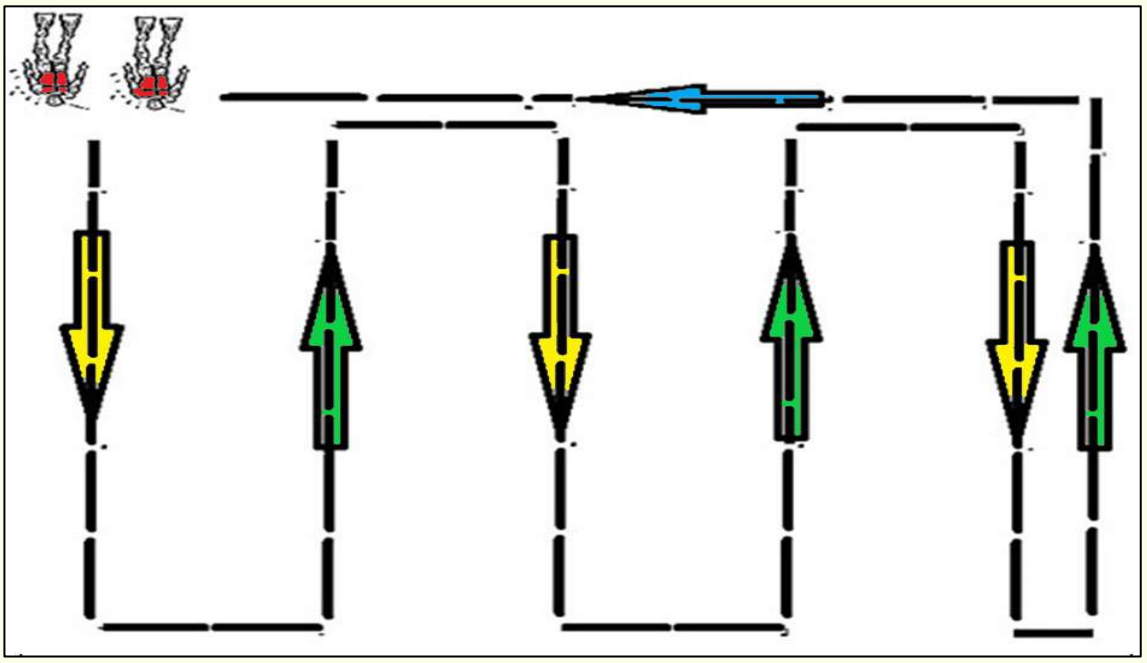
A.8.2 LEQUE OU SEMICIRCULAR



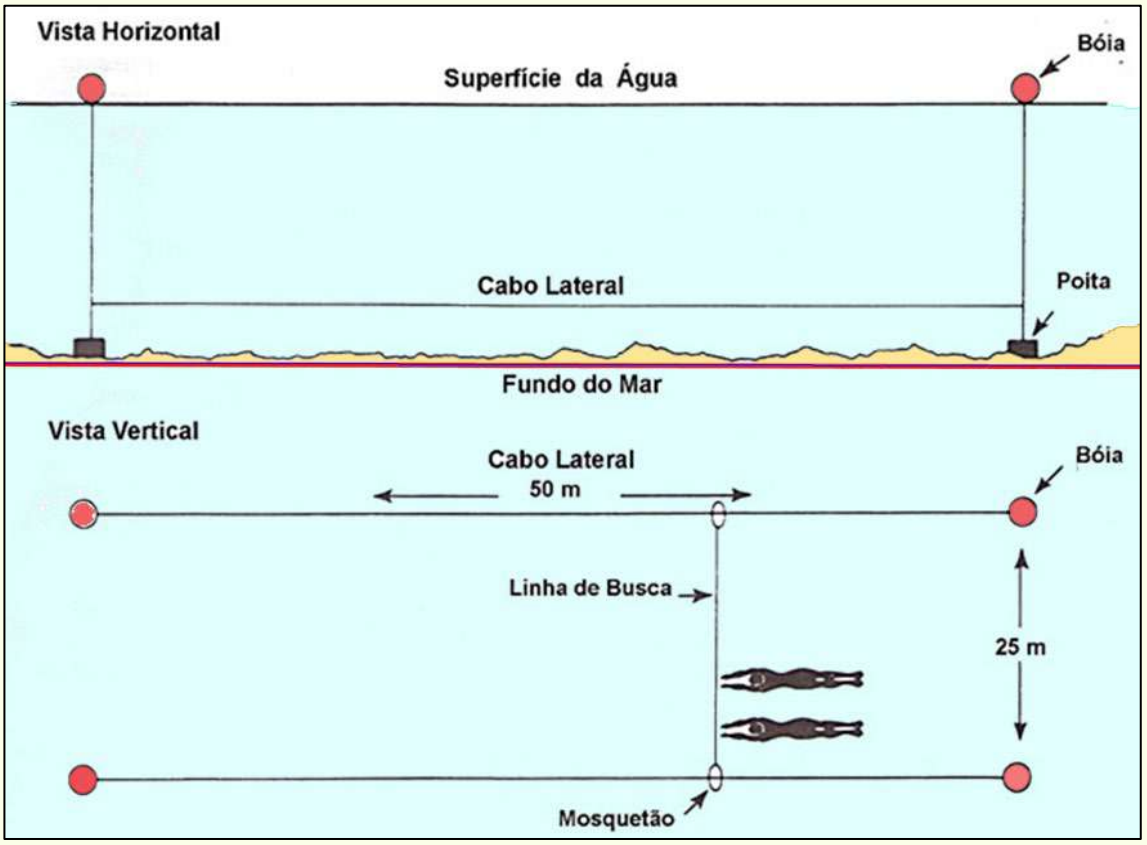
A.8.3 BUSCA RETANGULAR EXPANDIDA;



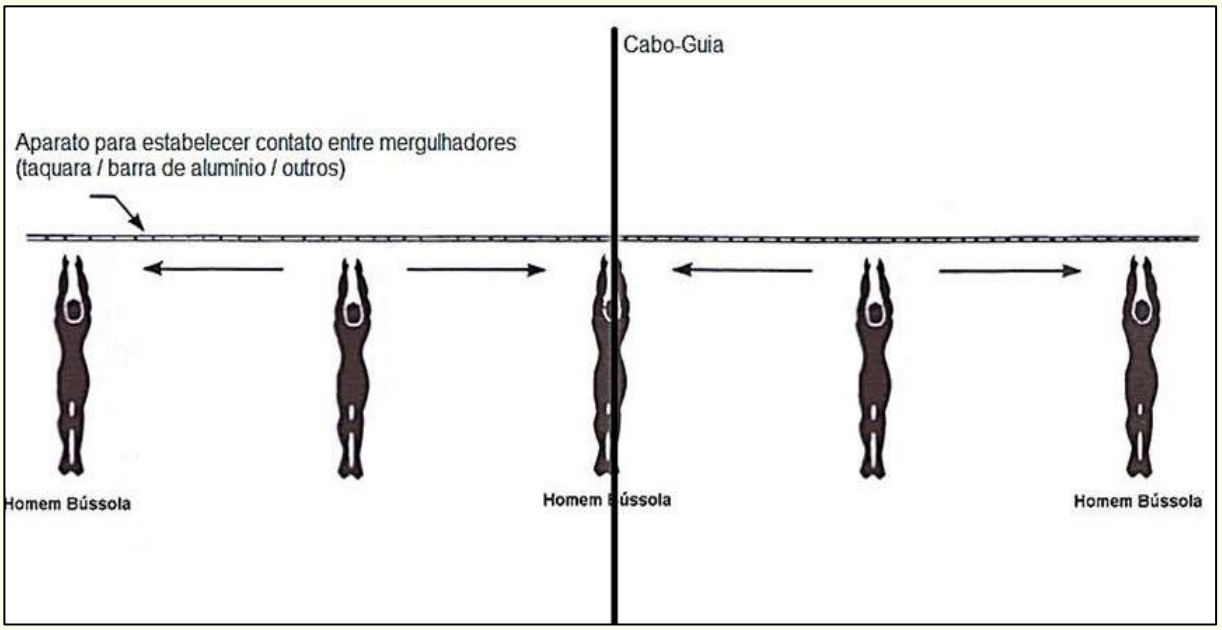
A.8.4 BUSCA RETANGULAR EM “U”



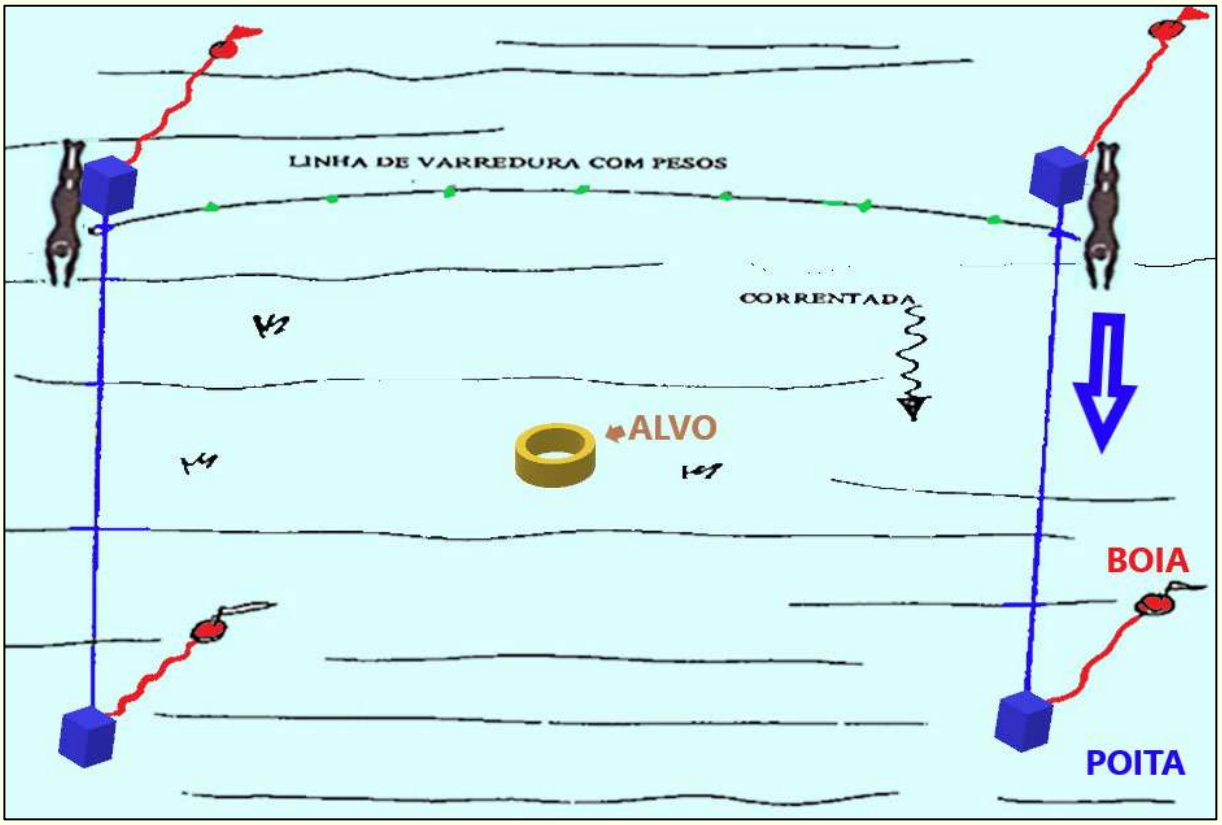
A.8.5 BUSCA DE VARREDURA



A.8.6 BUSCA ORIENTADA



A.8.7 BUSCAS COM MEIOS AUXILIARES



A.9 BRIEFING COM OS MERGULHADORES

a) Situação Geral;
b) Missão;
c) Organização das equipes
   1) MG,
   2) Supervisor,
   3) Eqp saúde,
   4) pilotos,
   5) motoristas, etc.
d) Briefing detalhado da missão
   1) Informações sobre o ambiente operacional
      (a) Condições do mar;
      (b) Natureza do fundo;
      (c) Visibilidade;
      (d) Correntadas;
      (e) Temperatura da água;
      (f) Predadores;
      (g) Lua;
   2) Detalhamento da Missão
      (a) Deslocamentos
         (1) Carregamento e embarque;
         (2) Ordem de movimento;
         (3) Itinerário;
         (4) medidas de coordenação e controle;
      (b) Cumprimento da missão
         (1) Detalhar quem vai fazer o que, como e para que;
         (2) Medidas de coordenação e controle
            – Informações sobre a tabela:

- Qual profundidade máxima que poderá ser alcançada;
- Qual o máximo tempo de fundo que deverá permanecer o mergulhador;
- Procedimentos especiais (atraso na subida, subida mais rápido que o previsto etc);

– Missões especificas
- H tempo
- H Profundímetro

3) Material específico a ser conduzido
   (a) Lift Bag,
   (b) boias de sinalização etc.

4) Acidentes do mergulho
   (a) Barotraumas
      (1) Ouvido (Interno, Médio e Externo)

– Sintomas
- diminuição de audição
- dor
- sangramento local

– Tratamento
- suspensão das atividades de mergulho

– Profilaxia
- uso de antibióticos
- realizar a manobra de valsalva

      (2) Sinusal

– Sintomas:
- sangramento nasal
- dor na região da testa

– Tratamento
- suspensão das atividades de mergulho

- compressas de gelo
- Uso de descongestionantes sistêmicos

– Profilaxia

- não mergulhar com sinusite ou resfriado

(3) Dental

(4) Facial

(5) Cutâneo

(b) Síndrome de Hiperdistensão Pulmonar

(1) Sintomas:

– Dor na região abdominal ou torácica.

– Em até 10 minutos após o mergulho:

- paralisias
- alterações de sensibilidade
- confusão mental
- coma cegueira
- crises convulsivas

– Piores casos

- parada Cardiorrespiratória

(2) Tratamento**:**

– Câmara Hiperbárica

– Tratamento emergencial de parada cardior-respiratória

(3) Diagnóstico:

– através Raio X

(4) Profilaxia:

– exalar o ar dos pulmões durante a subida nos mergulhos

(c) Doença Descompressiva

(1) Sintomas:

- dor osteoarticular.

(2) DD tipo I

- cansaço anormal
- coceira
- ínguas

(3) Sintomas:

- náuseas, vômitos.

(4) DD tipo II

- distúrbios visuais
- crises convulsivas
- paralisia dos membros
- dificuldade em andar
- dores no peito
- queda de pressão arterial, suor frio, palidez, sede

(5) Tratamento**:**

- Câmara Hiperbárica

(6) Profilaxia**:**

- seguir corretamente as tabelas de mergulho
- manter a forma física
- mergulhar com Neoprene
- não realizar esforço durante a descompressão

(d) Narcose pelo N2 Sintomas:

(1) Sintomas:

- euforias
- dormência periférica
- perda dos reflexos alucinações
- inconsciência
- coma

(2) Tratamento:

– diminuir a profundidade

(3) Profilaxia:

– conhecer os sintomas do próprio organismo quando narcosado.

5) Situações de emergência

(a) Acabar o ar

(b) Subida de emergência (MG inconsciente)

(c) Homem preso

(d) Estourar tempo de fundo ou profundidade máxima

6) Hospitais (Plano de Evacuação)

(a) Hospitais mais próximos (endereço e telefone)

(b) Câmara Hiperbárica principal secundária (endereço e telefone)

OBS: Checar material mínimo de 1º socorros (02, prancha, Eqp ressuscitador) com a Eqp de saúde, além da ambulância)

e) Logística

1) Ração e água

2) Uniforme, equipamento e material individual

3) Medidas de higiene

f) Comando e Comunicações

1) PC do escalão superior (localização)

2) Comunicação

(a) Rede Rádio

(b) Frequência

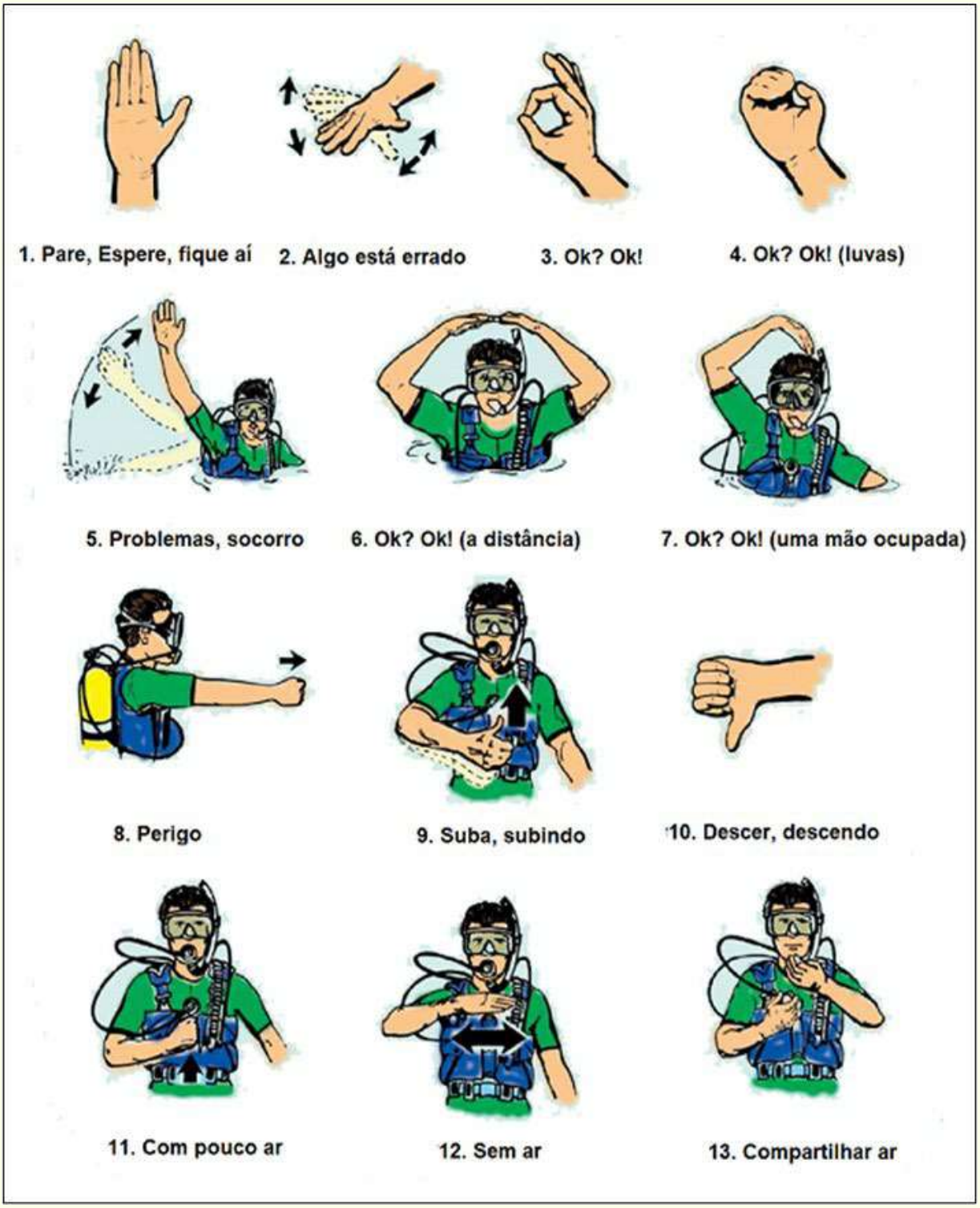
(c) Indicativo rádio

(d) Autenticação

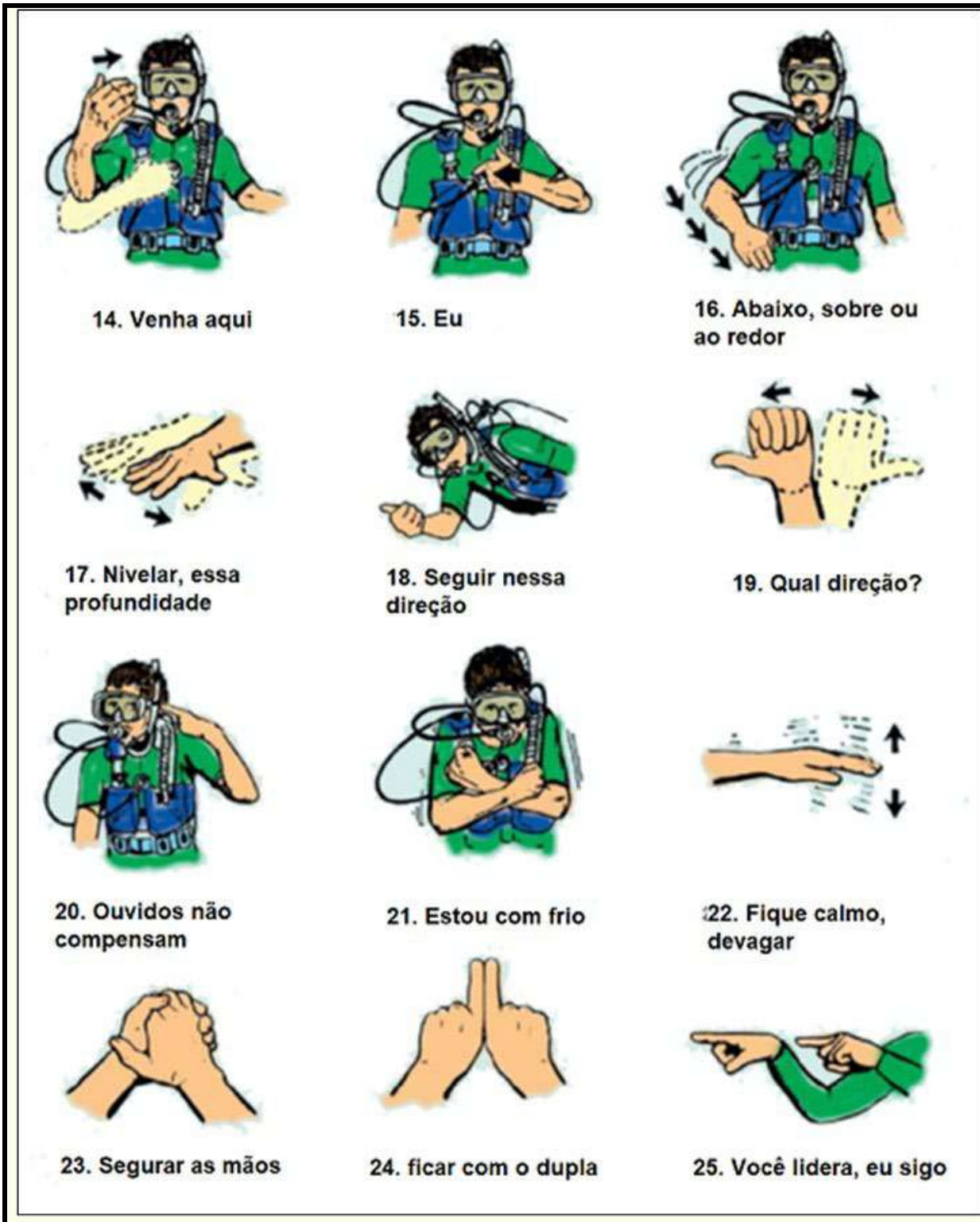
(e) Documentação de Com (quem leva e onde leva)

(f) Senhas e contrassenhas

3) Sinais e Gestos



Sinais e Gestos – Parte 1



Sinais e Gestos – Parte 2

4) Acerto dos Relógios

5) Equipar

6) Checks (antes do mergulho e na superfície)

REFERÊNCIAS

BRASIL. Marinha do Brasil. Manual de Ensino Suprimento de Água (EB-60-ME-14.032). 1a edição, 2013. Portaria do Comandante do Exército nº 770, de 7 de dezembro de 2011. Brasília: Comando do Exército, 2011.

MINISTÉRIO DA DEFESA. MARINHA DO BRASIL **- NORMAS DA AUTORIDADE MARÍTIMA PARA ATIVIDADES SUBAQUÁTICAS – NORMAM 15/DPC, 3ª Edição**, Diretoria de Portos e Costas. Marinha do Brasil, 2021.

_____. Comando do Exército. **Portaria nº 236**, de 6 de maio de 2003. Aprova o Plano de Provas e de Exercícios para a Atividade Especial de Mergulho, cumprindo missão militar, no âmbito do Comando do Exército. Boletim do Exército. Brasília, DF, n. 19, p. 11-15, 09 de maio 2003.

CARDOSO, Luís Cláudio Brion. **A criação da Escola de Engenharia – Uma proposta viável para o Exército Brasileiro.** 2010. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2010.

CARLI, César Alexandre. **Sistema Engenharia: uma proposta para a Atividade Especial de Mergulho**. 2007. 322 fl. Tese (Doutorado) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2007.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Headquarters, Departament of the Army. **Manual de Campanha TM 3-34.83– Engineer Diving Operations.** 2013.

JUNIOR, Manoel Heribaldo Ferreira. **O emprego dos Mergulhadores da Arma de Engenharia nas Operações com Características Especiais.** 2005. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2005.

LANZELLOTTE, Rodrigo Motinha. **A formação do mergulhador de engenharia para o emprego em operações de apoio ao combate.** Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2008.

NUNES NETO, J. D. J. **O Emprego das Equipes e do Material de Mergulho das OM de Engenharia nas Tarefas de Reconhecimento, Resgate e Demolição em Proveito das Grandes Unidades do Exército.** Dissertação (Mestrado) - Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2011.

PROFESSIONAL ASSOCIATION OF DIVING INSTRUCTORS. **Rescue Diver Manual**. Tradução de B2N Tecnologia. California: PADI Brasil Distribution Office, 2013. 214 p.

PROFESSIONAL ASSOCIATION OF DIVING INSTRUCTORS. **The Encyclopedia of**

Recreational Diving. Tradução de Marcos Felipe Cassel. California: PADI Brasil Distribution Office, 2013. 378 p.

REPÚBLICA ARGENTINA. Jefatura III, Departamento de Doctrina. **Manual de Campanha *ROP-64-01* – La Compañía De Buzos Del Ejército**. 2001.

COMANDO DE OPERAÇÕES TERRESTRES

Brasília, DF, 11 de abril de 2025

https://portaldopreparo.eb.mil.br